

Diagnostic énergétique du territoire du PETR du Briançonnais, des Ecrins, du Guillestrois et du Queyras

Dialogue territorial 2024 -2025, L'énergie de votre territoire – Réunion Parties Prenantes - 28 / 01 / 2025

Krieger Emmanuel – Doctorant dans l'équipe STEEP - INRIA

Contact : emmanuel.krieger@inria.fr

Ce qu'il s'est passé jusqu'ici

- Conférences énergie, visites terrains, jeudis de l'énergie, ateliers, etc.
- Ateliers sur :
 - **scénarios Net Zéro Français, sur les potentiels de production locaux** (PETR & Hautes-Alpes) en dialogue avec l'échelle nationale & sur les réseaux électriques
 - **la sobriété énergétique et comment la penser au cœur des questions de transition.**
- Plan énergie 05 – SAPN - Négawatt
- Questionnaire sur l'énergie et la précarité sur le territoire (≈ 80 réponses, mais pas analysées ici encore)

Format présentation - discussion

30 minutes de présentation (20') – questions (10')

- Au début : questions de compréhension **(1')**
- Au milieu : pause questions **(2-3')**
- Temps d'échange à la fin **(6-7')**

Méthode pour établir le diagnostic énergétique

Lister les différents enjeux énergétiques du territoire

- Production locale
- Imports et exports
- Consommations sectorielles
- Usages de l'énergie
- Transports
- Arrivée des touristes
- Répartition aux usagers de l'énergie

Périmètre

- **Temporel** : Années 2020 à 2022/2023
- **Spatial** : PETR / intercommunalités

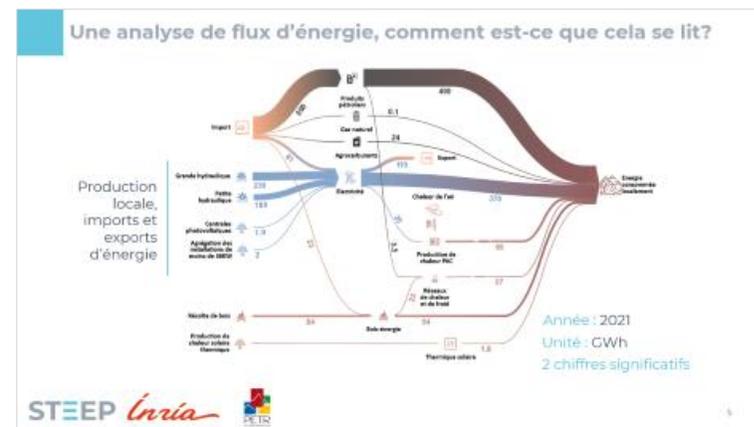
Faire des analyses de flux d'énergie associées aux enjeux

Pourquoi ?

Faire comprendre comment circule et est utilisée l'énergie.

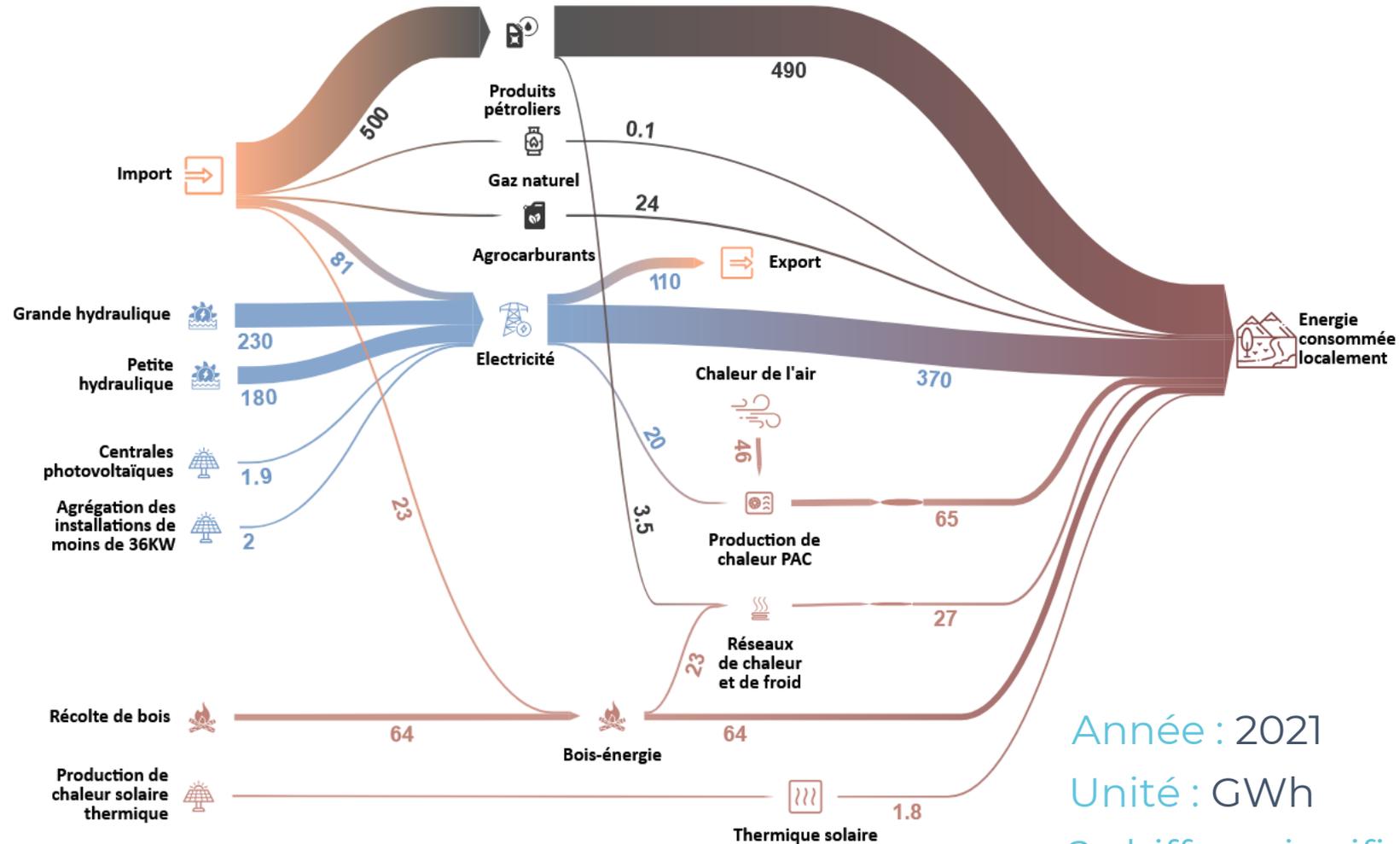
Comment ?

- Récolte des données disponibles
- Modélisation des parties manquantes



Une analyse de flux d'énergie, comment est-ce que cela se lit?

Production locale, imports et exports d'énergie



Année : 2021

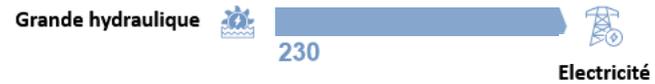
Unité : GWh

2 chiffres significatifs

Une analyse de flux d'énergie, comment est-ce que cela se lit?

Grande hydraulique 

Une analyse de flux d'énergie, comment est-ce que cela se lit?



Unité : GWh

Rappel : Au fait, c'est quoi un GWh?

ÉNERGIE : D'OÙ VIENT-ELLE ?

- Pour fournir 1 kWh, on peut utiliser...

Productions variables pas encore stockables...

	10m ² de panneaux solaires photovoltaïques pendant 1h en milieu d journée		Une éolienne de 5 m de diamètre pendant 1h*
---	--	---	---

Dans une centrale thermique

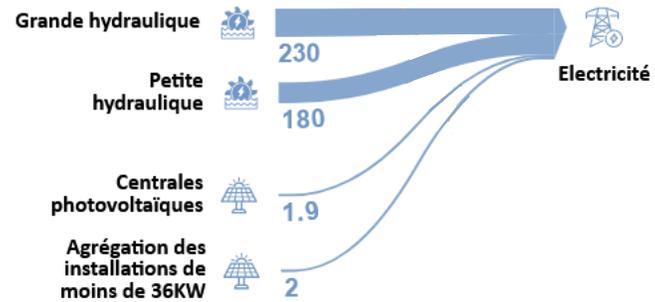
8000L d'eau Chutant de 50m	Bois 1 bûche	Energies fossiles			Uranium Une pincée
		Gaz 1,5L** 	Charbon Un petit tas 	Pétrole 33cl 	

Source : Avenir Climatique

1 kWh → 1 GWh
x 1 000 000

Rappel : Formation énergie PETR
Mathilde Boissier,
Sacha Hodencq &
Jonathan Coignard

Une analyse de flux d'énergie, comment est-ce que cela se lit?



Année : 2021

Unité : GWh

2 chiffres significatifs

Une analyse de flux d'énergie, comment est-ce que cela se lit?

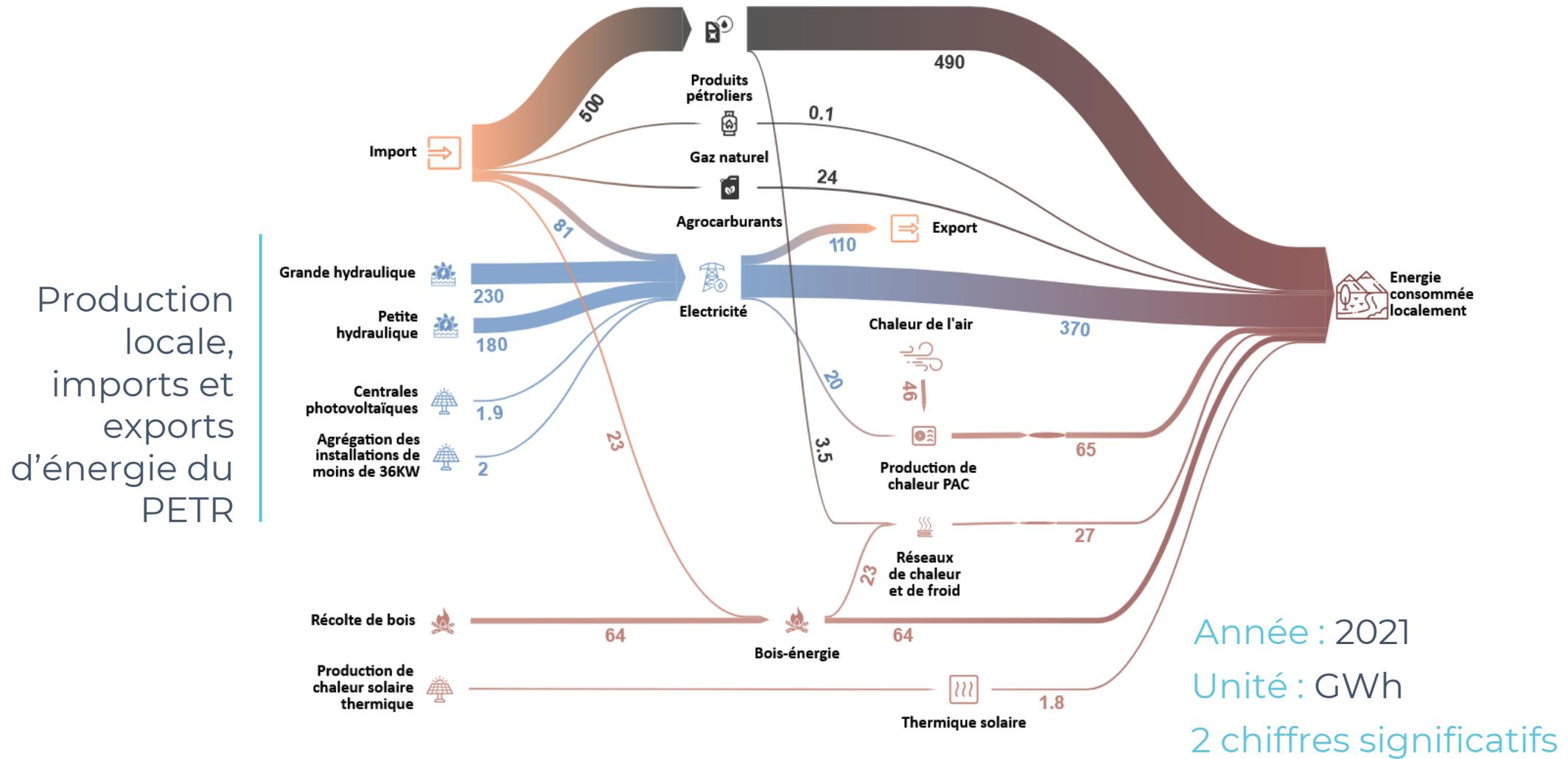


Année : 2021

Unité : GWh

2 chiffres significatifs

Une analyse de flux d'énergie, comment est-ce que cela se lit?



Discuter des analyses de flux d'énergie de manière critique

- **Les chiffres rendent compte d'une réalité. Mais quelle réalité ?**

1. Les informations sont-elles toutes aussi « sûres » ? **NON, certaines présentent de grandes incertitudes.**
2. Les informations sont mises au même niveau dans un diagramme de Sankey, mais expriment-elles bien la même chose ? **NON, il est important de comprendre comment sont construits les chiffres montrés.**

➤ Chaque flux d'énergie sera lié à un ou deux indicateurs :

- **Un indicateur de qualité des données : sa couleur**

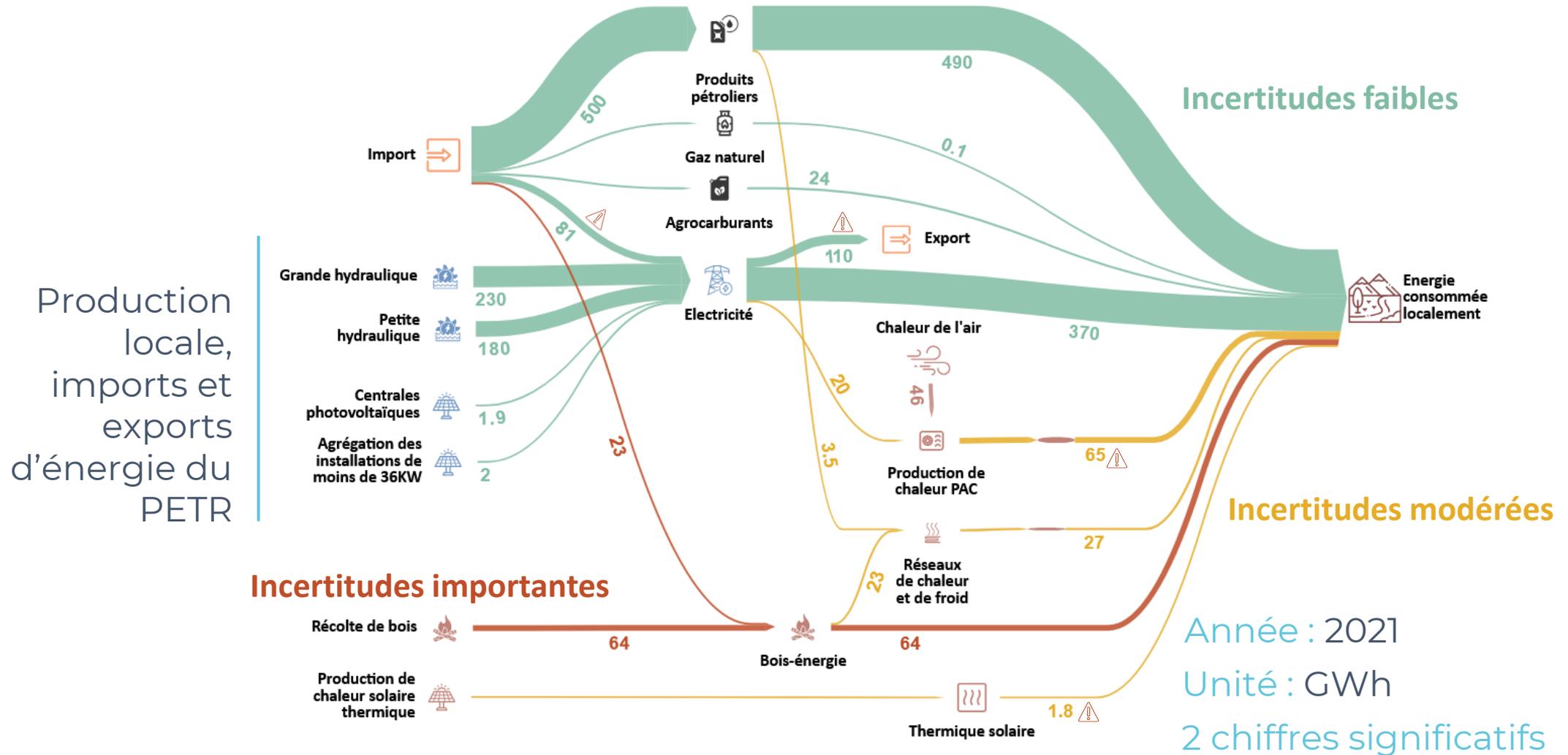


- **Un indicateur de modélisation : interprétation nécessaire**



➤ Des zooms sur certains aspects de la méthode de construction seront proposés sur des thématiques (transport, énergies thermiques, etc.)

Discuter des analyses de flux d'énergie de manière critique



Des questions de compréhension ?



1

La production locale

2

Autonomie énergétique ?
Imports et exports

3

Consommations
sectorielles et répartition
aux usagers

4

Consommations
sectorielles et usages
énergétiques

5

Transports et énergie
utile

6

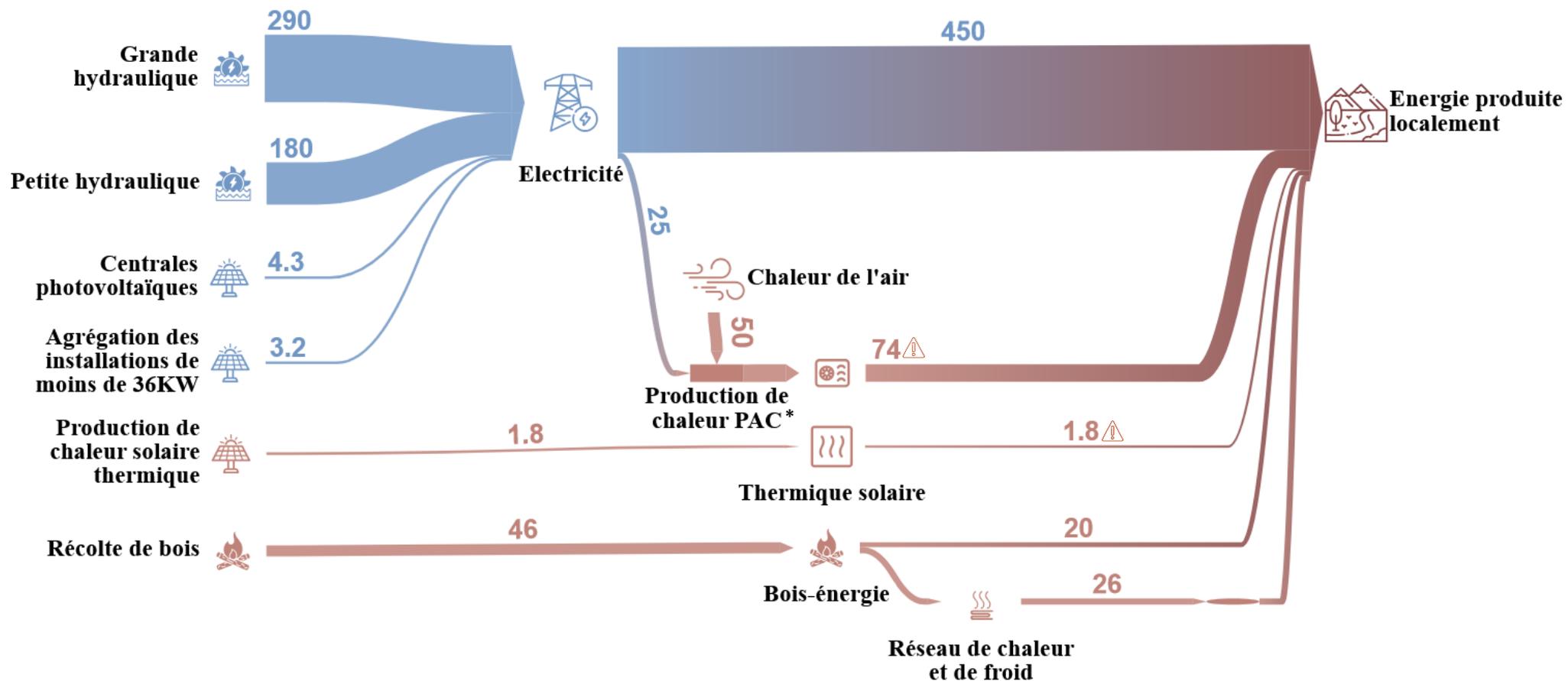
Trajets des touristes
vers et au départ du
territoire



La production locale

La production locale

Production locale d'énergie



Année : 2023

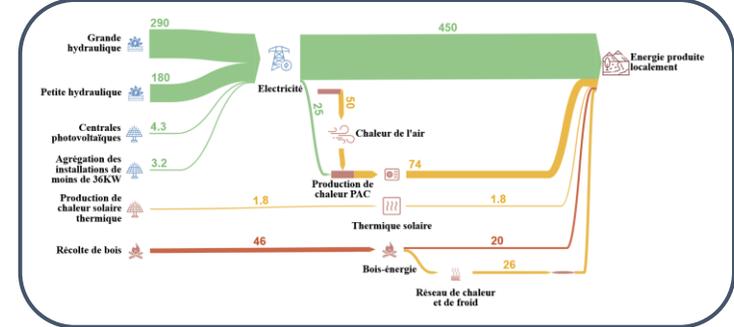
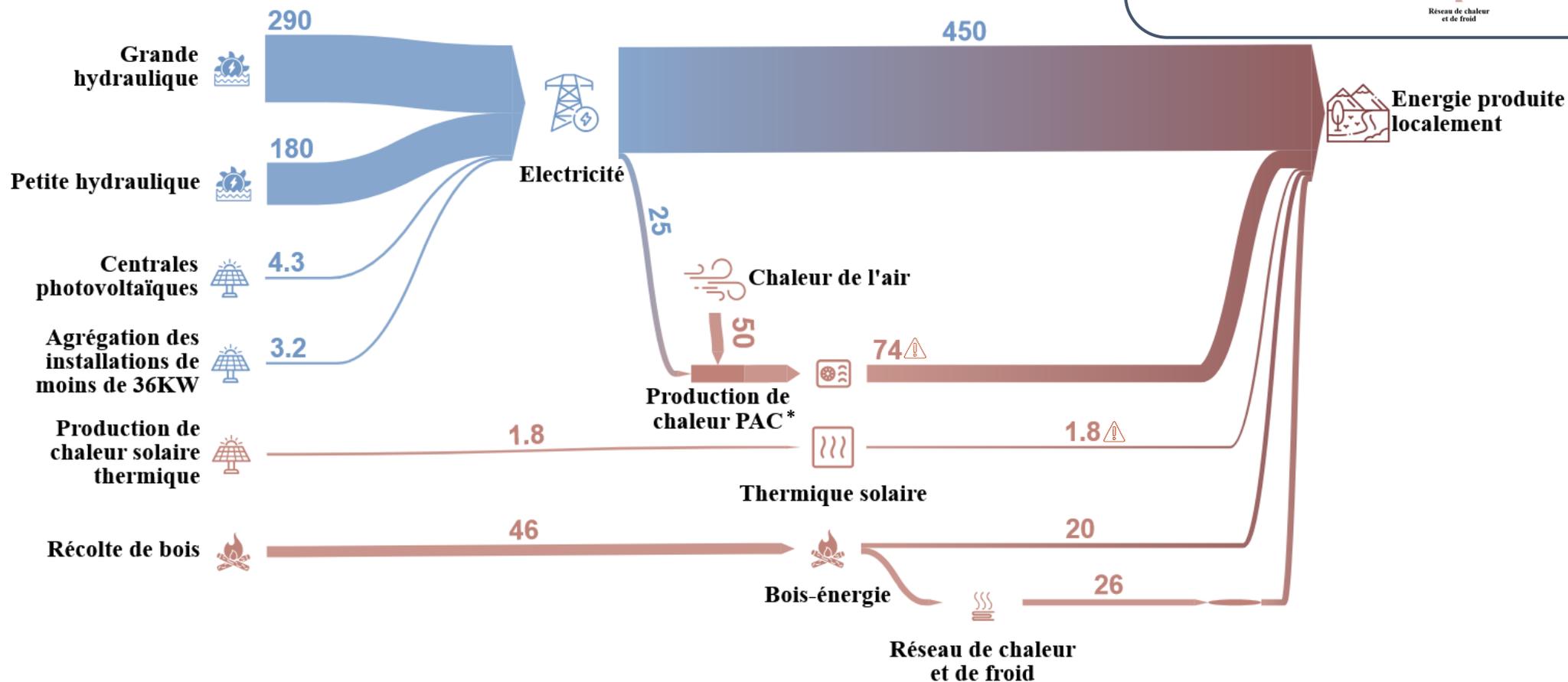
Unité : GWh

2 chiffres significatifs

La production locale

Incertitudes

Production locale d'énergie



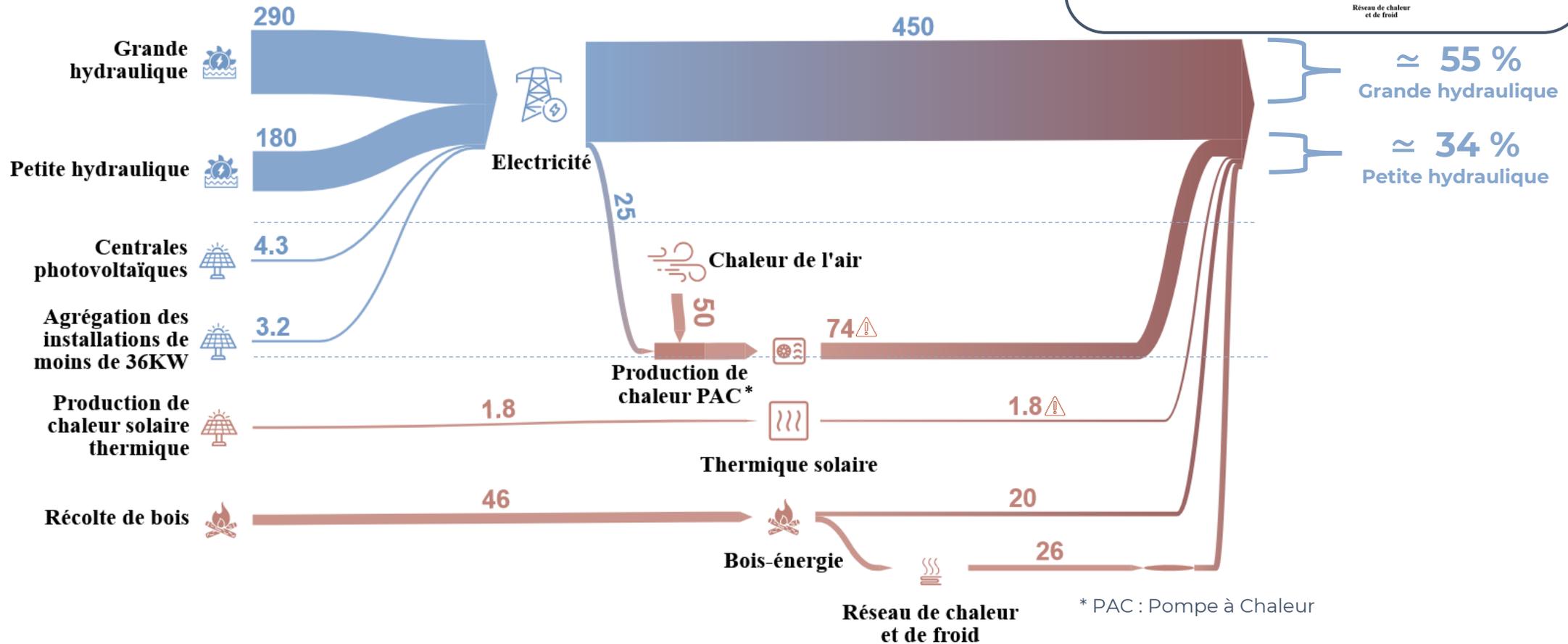
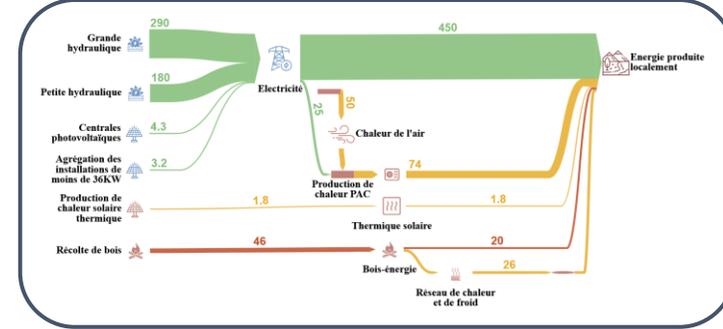
Année : 2023

Unité : GWh

2 chiffres significatifs

La production locale

Incertitudes



Année : 2023

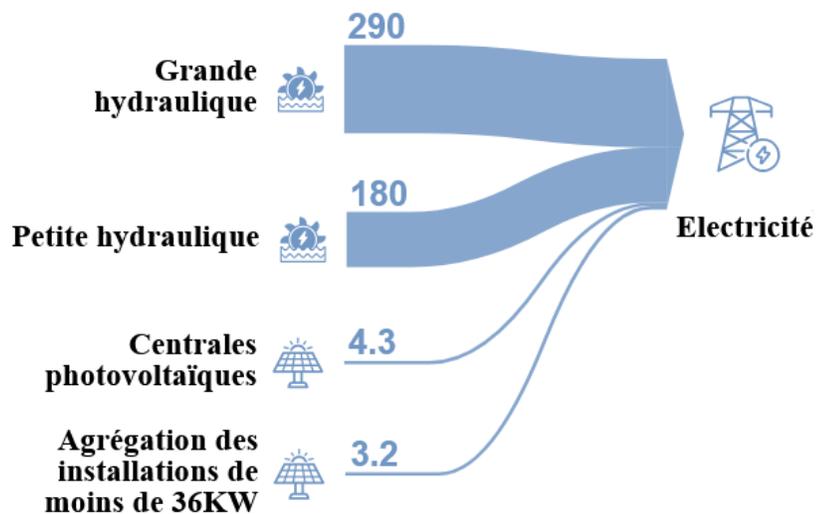
Unité : GWh

2 chiffres significatifs



La production locale

Production locale d'énergie



Année : **2023**

Unité : GWh

2 chiffres significatifs

Grande hydraulique : 4 centrales > 10 MW :

- L'Argentière 32 MW (170 GWh produits en 2023)
- Eyglies (éclusée) 20,8 MW (61 GWh produits en 2023)
- Champcella 11,4 MW
- Vallouise-Pelvoux 11,5 MW

Pas Serre-Ponçon !

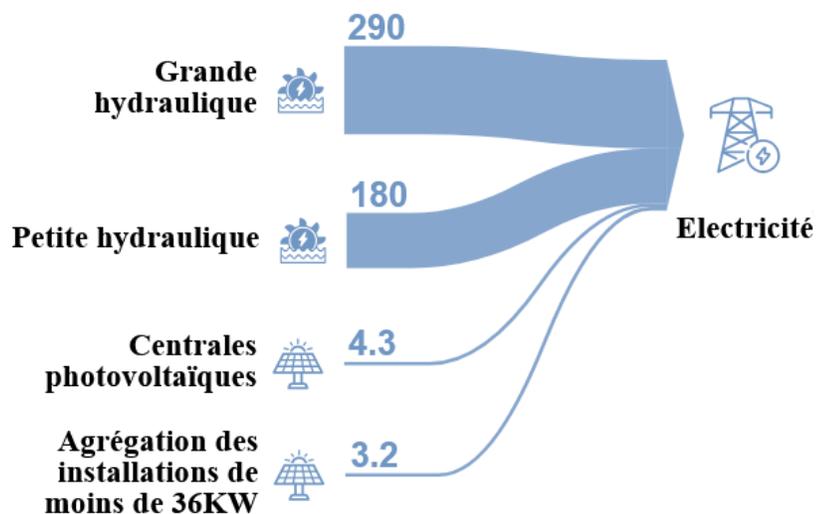
Petite hydraulique : 32 installations de production dans 15 communes

- 22 dans le Briançonnais
- 2 dans le Pays des Ecrins
- 8 dans le Guillestrois et le Queyras

- /!\ Il semble qu'il puisse y avoir plusieurs installations dans une centrale.

La production locale

Production locale d'énergie



Année : 2023

Unité : GWh

2 chiffres significatifs

Grande hydraulique : 4 centrales > 10 MW :

- L'Argentière 32 MW (170 GWh produits en 2023)
- Eyglies (éclusée) 20,8 MW (61 GWh produits en 2023)
- Champcella 11,4 MW
- Vallouise-Pelvoux 11,5 MW

Petite hydraulique : 32 installations de production dans 15 communes

- 22 dans le Briançonnais
- 2 dans le Pays des Ecrins
- 8 dans le Guillestrois et le Queyras

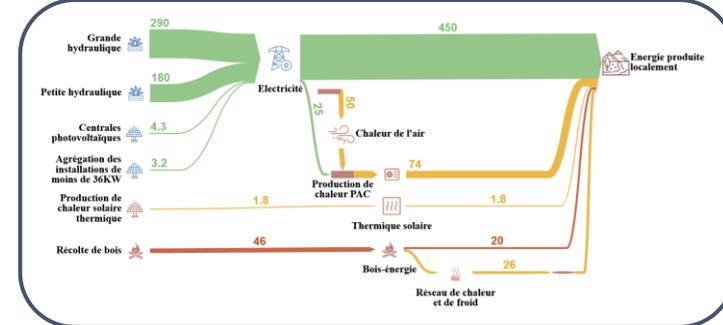
- /!\ Il semble qu'il puisse y avoir plusieurs installations dans une centrale.

Evolution :

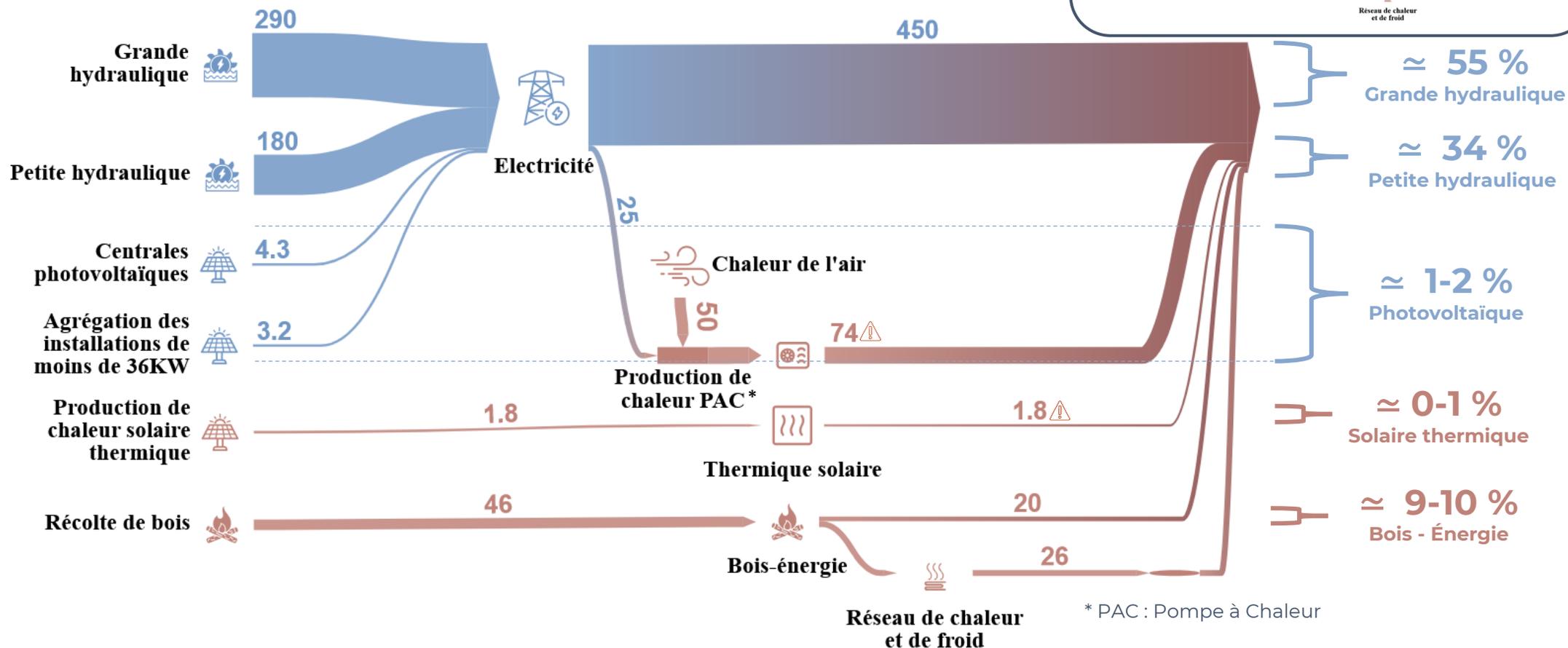
4 nouvelles installations entre 2019 et 2023 (1 La Grave, 2 à Saint-Chaffrey, 1 Saint-Crépin) pour une production de 21 GWh en 2023.

La production locale

Incertitudes



Production locale d'énergie



* PAC : Pompe à Chaleur



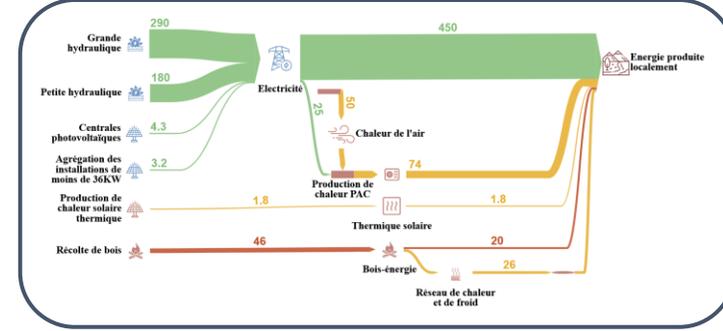
Année : 2023 - humide

Unité : GWh

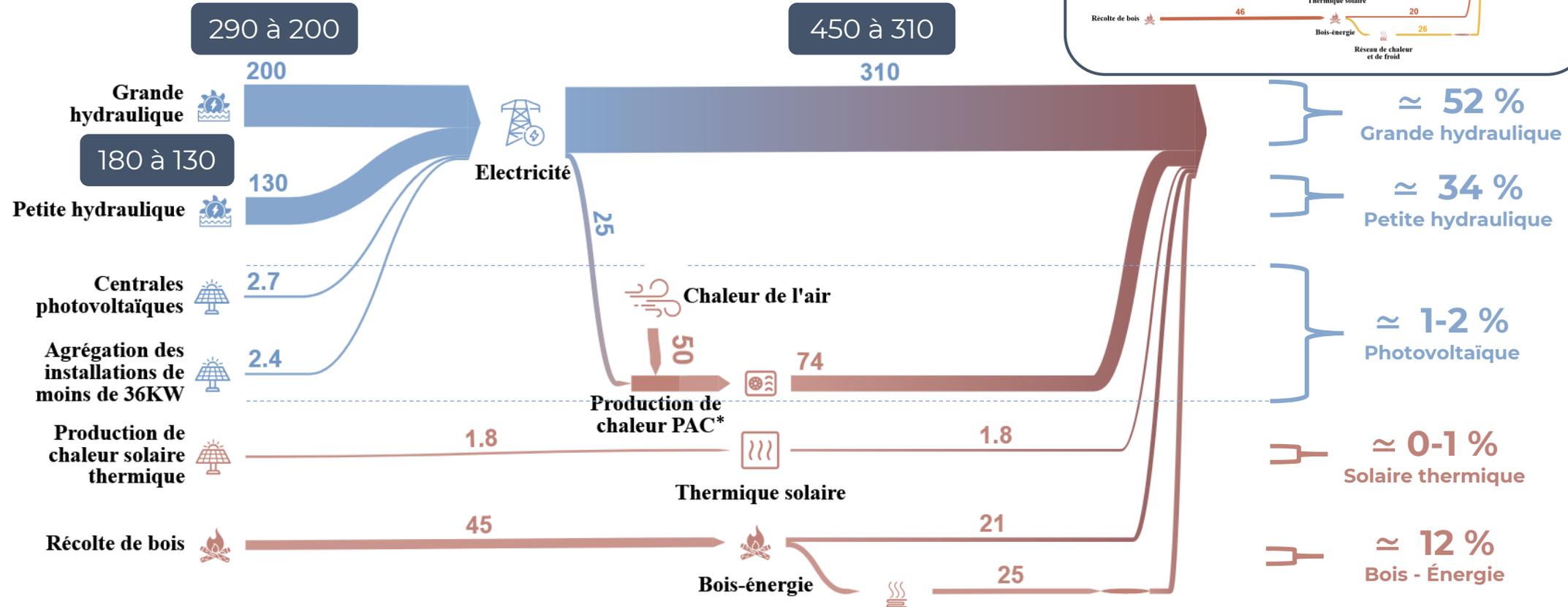
2 chiffres significatifs

La production locale

Incertitudes



Production locale d'énergie



Perte ≈ 1/3 production électrique (jusqu'à 40% - 2020)



Année : 2022 - sèche
Unité : GWh
2 chiffres significatifs

Points importants : production locale



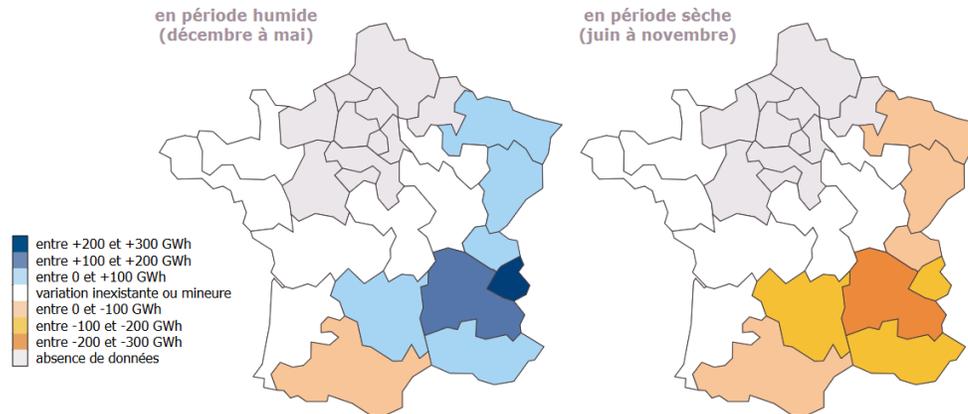
Production hydroélectrique : 4 grandes centrales font 60 % de la production électrique du territoire. Grandes variations de la production d'électricité en fonction de la météo annuelle (+- 40 %).

Points importants : production locale



Production hydroélectrique : 4 grandes centrales font 60 % de la production électrique du territoire. Grandes variations de la production d'électricité en fonction de la météo annuelle (+- 40 %).

Figure 8.11 Évolution des apports hydrauliques dans le climat 2050 RCP 4.5 par rapport au climat 2000



Source : RTE, Futurs énergétiques 2050, Rapport complet, Février 2022, p409

- **Impact de l'évolution du climat : Production légère baisse** sur les décennies à venir (+100/200 – 200/300 GWh) avec un changement de saisonnalité de la production.
/!\ Grandes incertitudes
- Evolution du climat implique des extrêmes météorologiques atteints plus fréquemment et avec des amplitudes plus grandes : **plus d'années très humides et d'années très sèches.**

Points importants : production locale

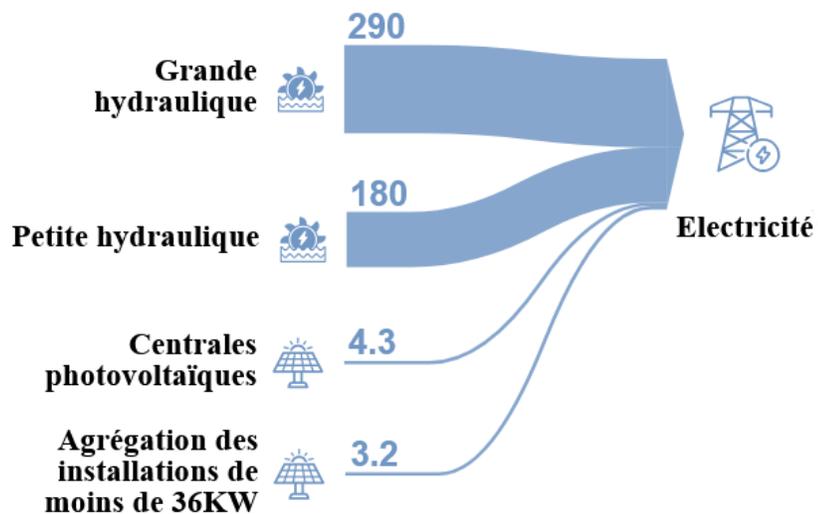


Production hydroélectrique : 4 grandes centrales font 60 % de la production électrique du territoire. Grandes variations de la production d'électricité en fonction de la météo annuelle (+- 40 %).

Futur : production en légère baisse et une variabilité de la production (en positif et négatif) plus importante sur la production annuelle.

La production locale

Production locale d'énergie

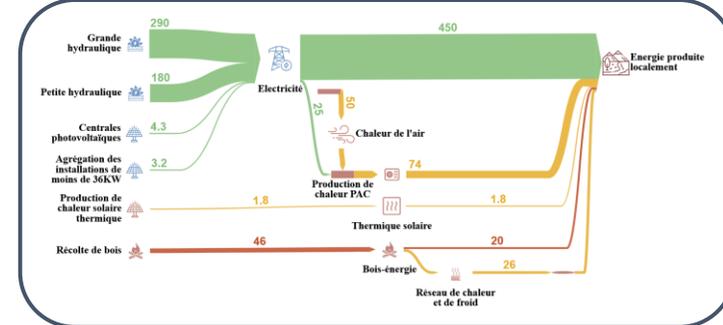


Année : **2023**

Unité : GWh

2 chiffres significatifs

Incertitudes



Centrales photovoltaïques :

- Surtout sur des toits de gros bâtiments (patinoires, skate-park, magasin de ZI, etc.)
- La plus grande : Saint-Crépin 524 kW, construite en 2022 (\approx 250 kW la deuxième)
- **2019** : 12 installations → **2023** : 28 installations
- **2019** : 1,52 GWh → **2023** : 4,3 GWh

Agrégation des installations photovoltaïques :

- Majoritairement des petites productions de particuliers
- **2019** : 221 installations → **2023** : 675 installations
- **2019** : 1,32 GWh → **2023** : 3,2 GWh

Source : Open Data Réseaux Energies (ODRE), RIP

Points importants : production locale



Production hydroélectrique : 4 grandes centrales font 60 % de la production électrique du territoire. Grandes variations de la production d'électricité en fonction de la météo annuelle (+- 40 %).

Futur : production en légère baisse et une variabilité de la production (en positif et négatif) plus importante sur la production annuelle.



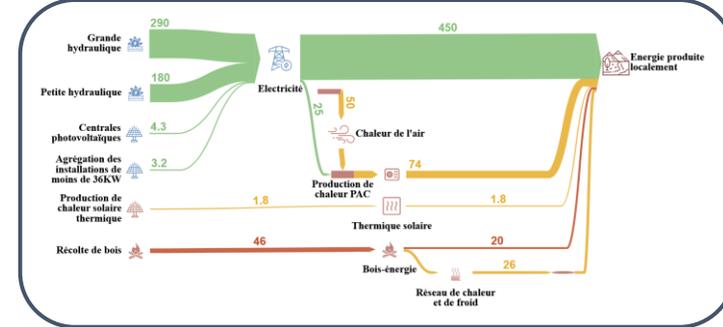
Production photovoltaïque : production multipliée par 3 en 4 ans. Surtout du solaire toiture. Une part qui reste malgré tout faible dans le mix électrique local (7,5 GWh/an).

Futur : Un potentiel **théorique maximal** mobilisable de 483 GWh/an sur les toits (Source : France Potentiel Solaire – Cadastre Solaire). D'après les commentaires des associations d'énergies citoyennes locales, **on s'approche plutôt de 10 GWh/an (:50)** en pratique pour les toitures dans ce qui serait mobilisable de manière réaliste à court terme.

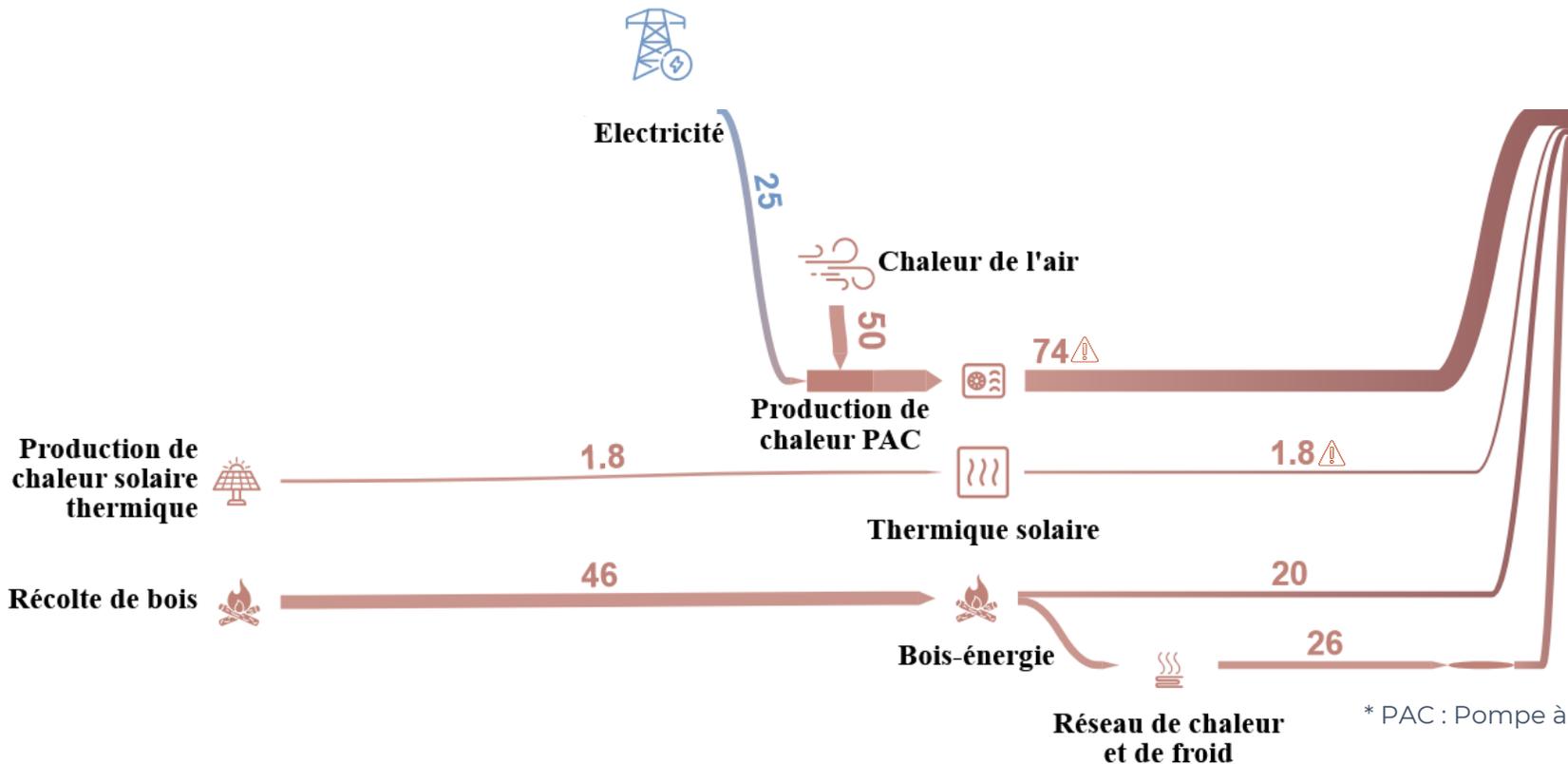
Quel potentiel pour les installations au sol? Sur des friches? En agrivoltaïsme?

La production locale

Incertitudes



Production locale d'énergie



* PAC : Pompe à Chaleur

Année : 2023

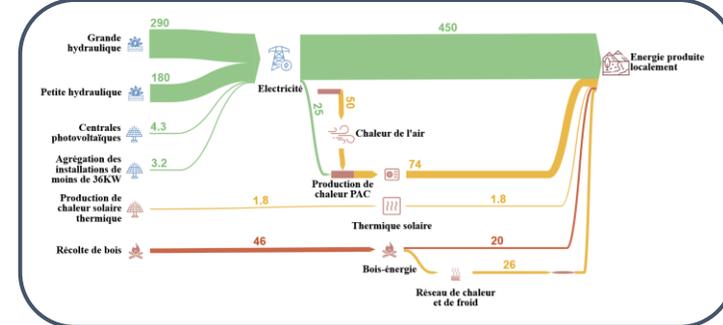
Unité : GWh

2 chiffres significatifs

La production locale

Incertitudes

- Prendre avec précaution les données sur la production d'énergie thermique.
- Les données ont une cohérence régionale puis une ventilation locale à la surface de logements est effectuée. Pas exhaustifs.
- Données de faible qualité.



Production locale d'énergie



Production de chaleur solaire thermique



1.8

Production de chaleur PAC



74 ⚠

1.8 ⚠

Thermique solaire



20

Récolte de bois



46

Bois-énergie



26

Réseau de chaleur et de froid

* PAC : Pompe à Chaleur

Année : 2023

Unité : GWh

2 chiffres significatifs

Points importants : production locale



Production hydroélectrique : 4 grandes centrales font 60 % de la production électrique du territoire. Grandes variations de la production d'électricité en fonction de la météo annuelle (+- 40 %).

Futur : production en légère baisse et une variabilité de la production (en positif et négatif) plus importante sur la production annuelle.



Production photovoltaïque : production multipliée par 3 en 4 ans. Surtout du solaire toiture. Une part qui reste malgré tout faible dans le mix électrique local (7,5 GWh/an).

Futur : Un potentiel **théorique maximal** mobilisable de 483 GWh/an sur les toits (Source : France Potentiel Solaire – Cadastre Solaire). D'après les commentaires des associations d'énergies citoyennes locales, **on s'approche plutôt de 10 GWh/an (:50)** en pratique pour les toitures dans ce qui serait mobilisable de manière réaliste à court terme.

Quel potentiel pour les installations au sol? Dans des friches? En agrivoltaïsme?



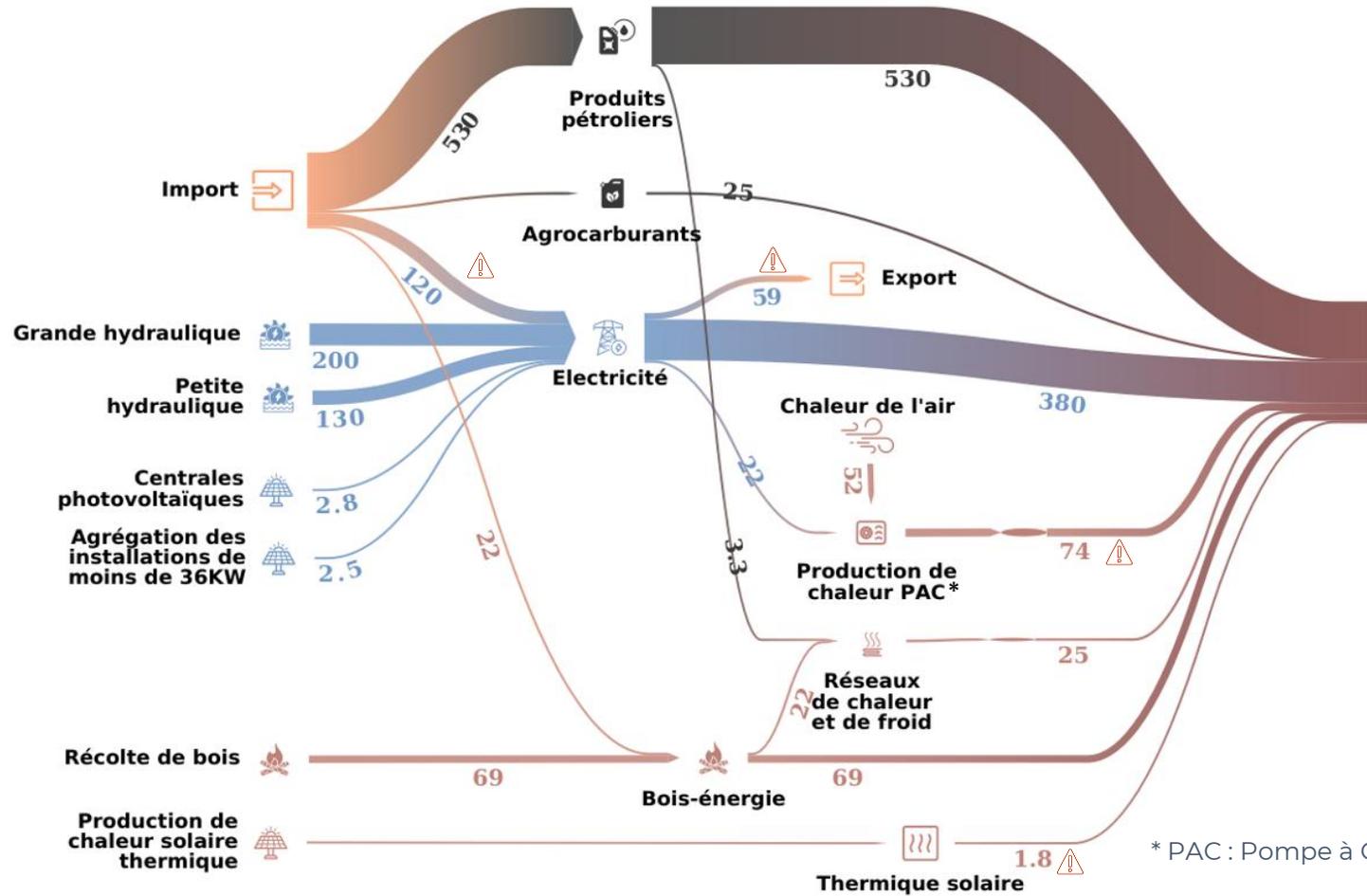
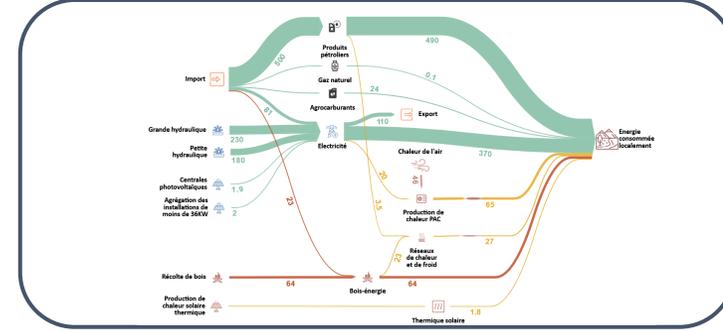
Production d'énergie thermique : 12-13 % de l'énergie produite localement, surtout du bois - énergie et sans compter la chaleur des PAC. Données bien moins précises, attention à l'interprétation.



Autonomie énergétique ? Imports et exports

Imports et exports

Incertitudes



≈ 48 % pétrole
 ≈ 2 % agrocarburants

≈ 35 % électricité

≈ 15 % thermique

Hors énergie
 « grise » importée

Année : 2022

Unité : GWh

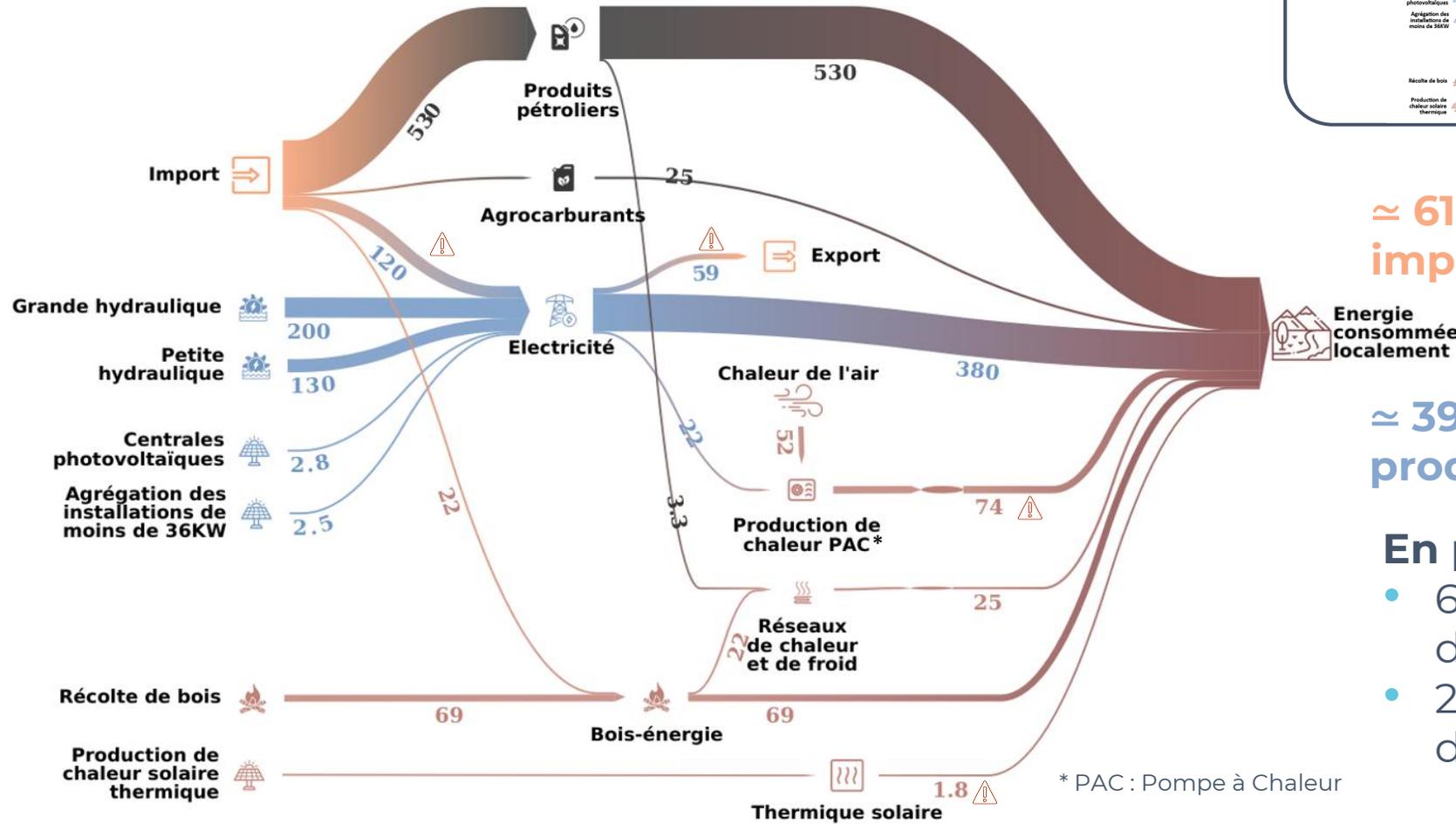
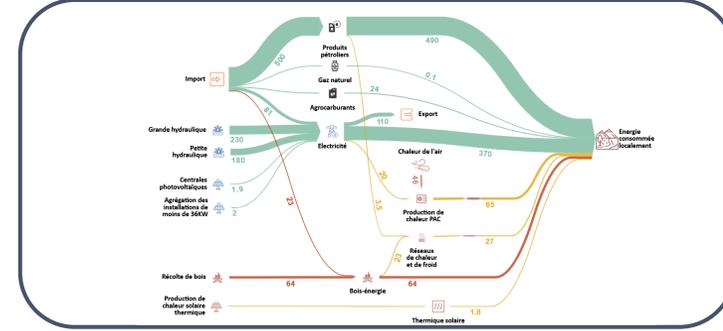
2 chiffres significatifs

Points importants : imports et exports

- **Très grande dépendance au pétrole : $\approx 40 - 50$ % de l'énergie consommée sur le territoire est du pétrole. Flux stable dans le temps.**
- **Une petite dépendance aux agrocarburants : ils représentent 2% de la consommation énergétique et sont totalement importés, incorporés dans le gasoil et l'essence.**

Imports et exports

Incertitudes



≈ 61 % énergie importée

≈ 39 % énergie produite localement

En période sèche :

- 60 GWh d'export d'électricité
- 2 fois plus d'import d'élec. que d'export

* PAC : Pompe à Chaleur

Imports et exports



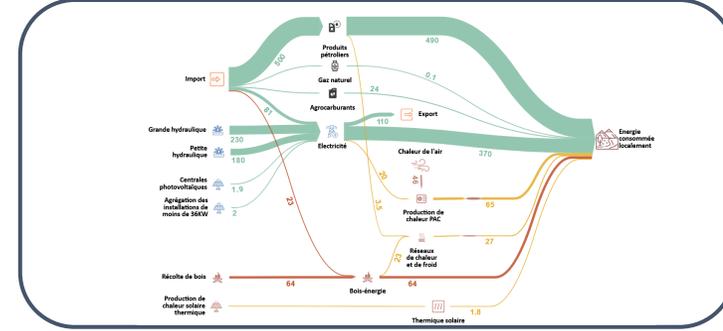
Année : 2022 - sèche

Unité : GWh

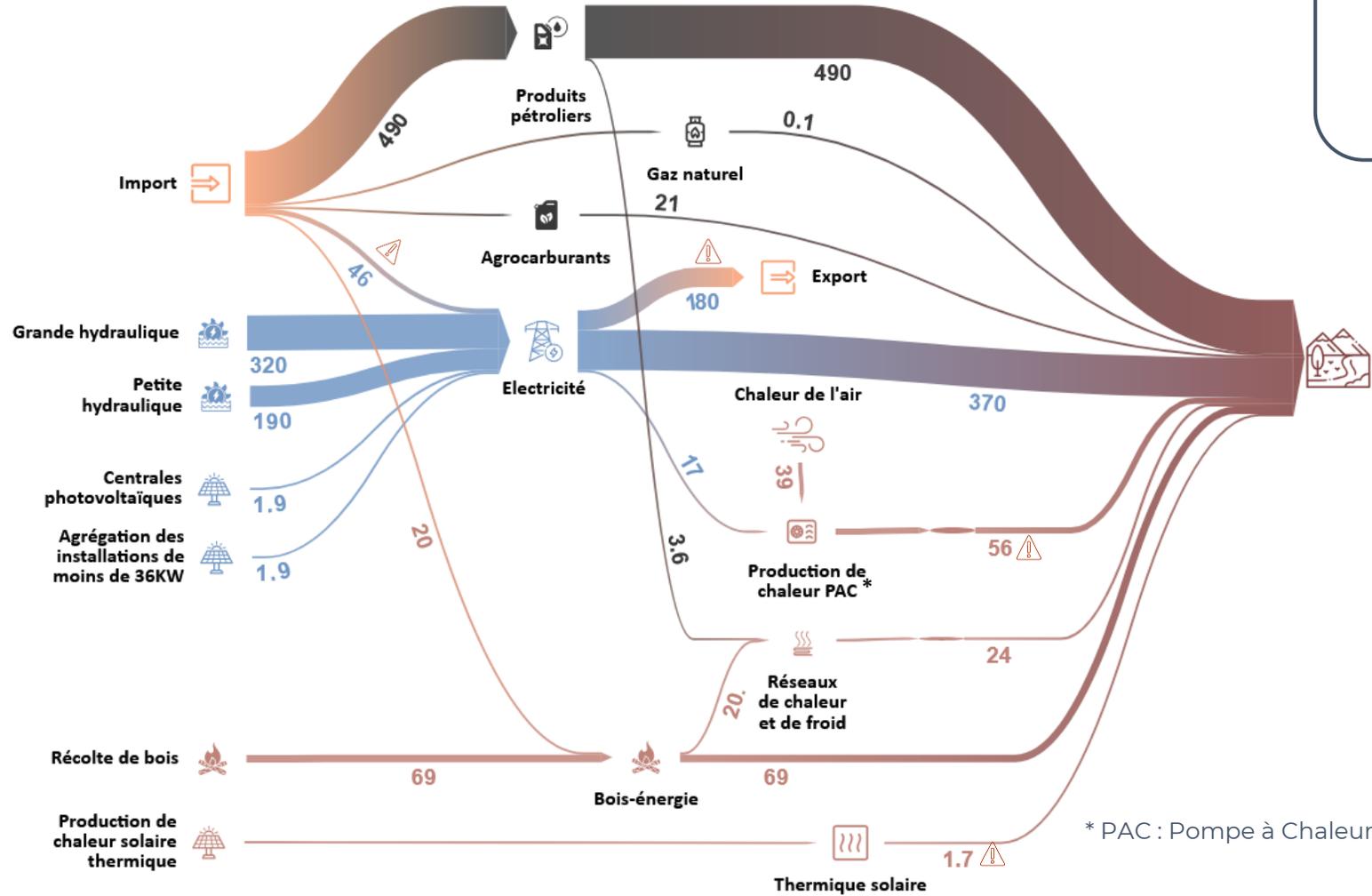
2 chiffres significatifs

Imports et exports

Incertitudes



Imports et exports



≈ 50 % d'énergie importée

≈ 50 % d'énergie produite localement

En période humide :

- 180 GWh d'export d'électricité
- Plus de 3 fois moins d'import d'élec. que d'export

* PAC : Pompe à Chaleur



Année : 2020 - humide

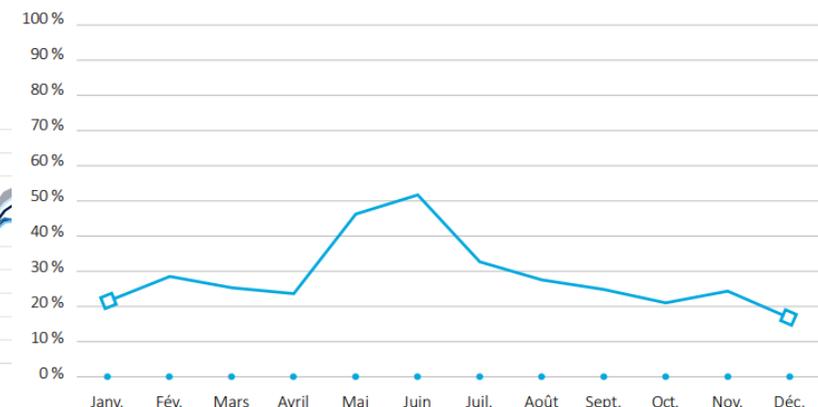
Unité : GWh

2 chiffres significatifs

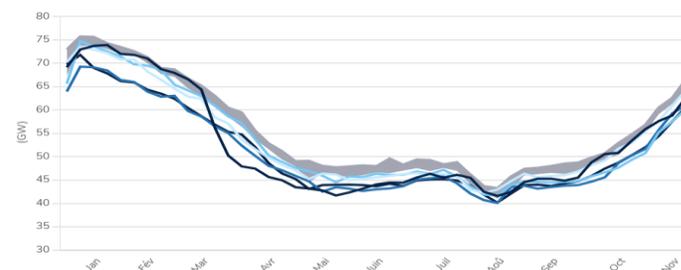
Points importants : imports et exports

- Très grande dépendance au pétrole : $\approx 40 - 50 \%$ de l'énergie consommée sur le territoire est du pétrole. Flux stable dans le temps.
- Une petite dépendance aux agrocarburants : ils représentent 2% de la consommation énergétique et sont totalement importés, incorporés dans le gasoil et l'essence.
- Des taux de production locale énergétique entre 35 % et 55 % en fonction de l'humidité/la sécheresse de l'année.
- De l'électricité est toujours importée et exportée :
 - Importée : entre 45 (humide) et 120 (sèche) GWh
 - Exportée : entre 50 (sèche) et 180 (humide) GWh

TAUX DE COUVERTURE MENSUEL DE LA CONSOMMATION PAR LA PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ RÉGIONALE D'ORIGINE RENOUVELABLE EN 2021 EN PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR



Évolution de la consommation hebdomadaire



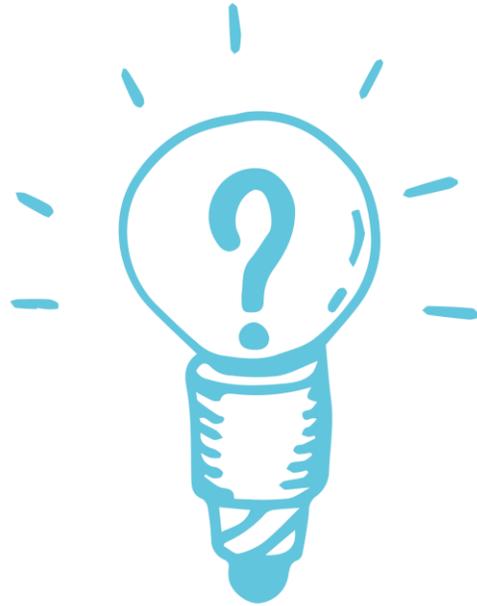
Dernière mise à jour le : 19 décembre 2024 à 14:22

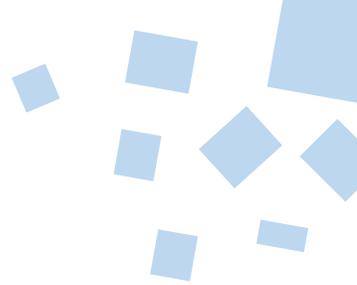
En hiver : importation
Pendant l'été : exportation

Points importants : imports et exports

- **Très grande dépendance au pétrole : $\approx 40 - 50$ % de l'énergie consommée sur le territoire est du pétrole. Flux stable dans le temps.**
- **Une petite dépendance aux agrocarburants : ils représentent 2% de la consommation énergétique et sont totalement importés, incorporés dans le gasoil et l'essence.**
- **Des taux de production locale énergétique entre 35 % et 55 % en fonction de l'humidité/la sécheresse de l'année.**
- **De l'électricité est toujours importée et exportée :**
 - Importée : entre 45 (humide) et 120 (sèche) GWh
 - Exportée : entre 50 (sèche) et 180 (humide) GWh

Des questions de mi-parcours ?



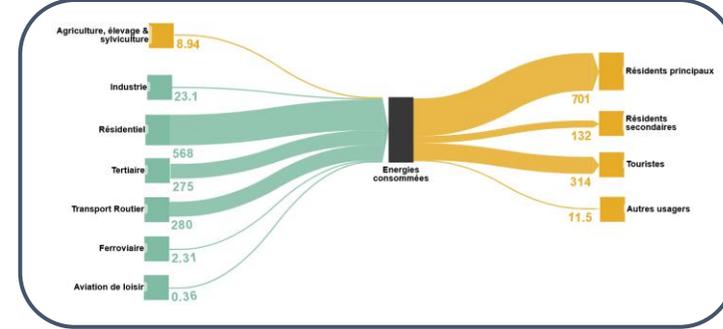


3

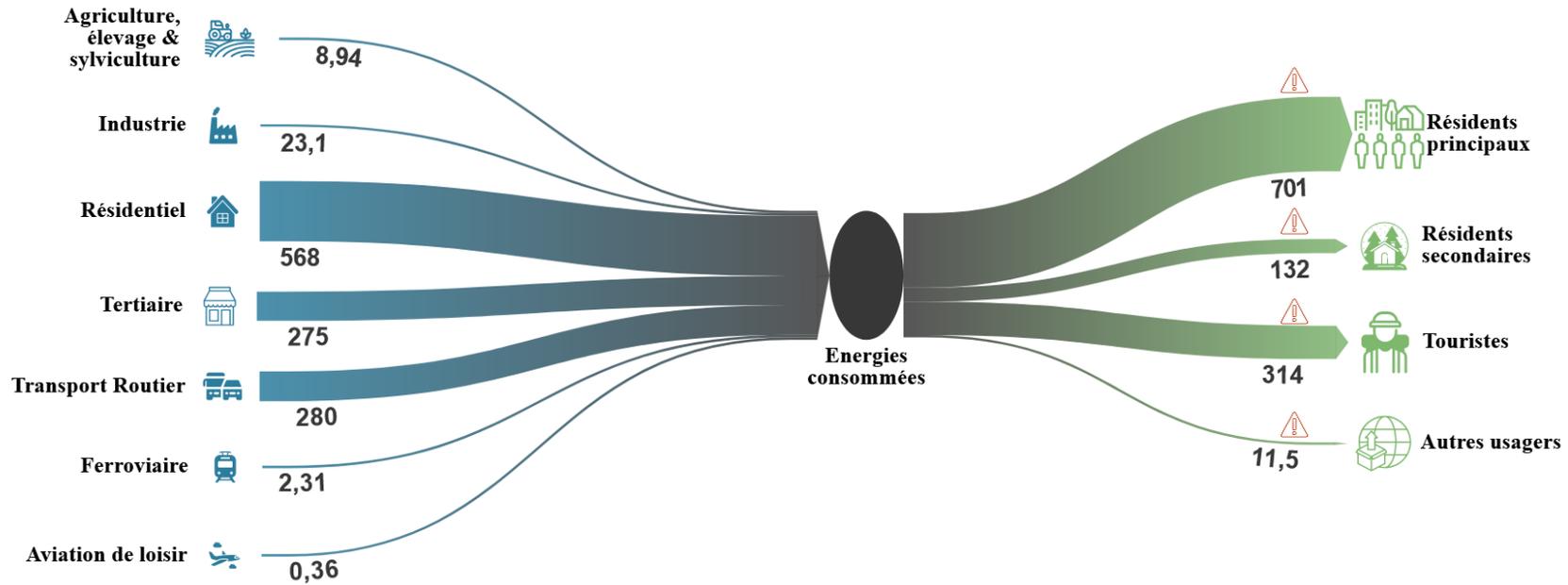
Consommations sectorielles et répartition aux usagers

Consommations sectorielles et répartition aux usagers

Incertitudes



Consommations sectorielles et répartition aux usagers



Année : 2022

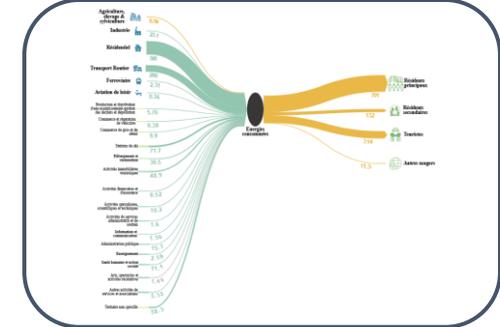
Unité : GWh

Points importants : consommation sectorielle et répartition aux usagers

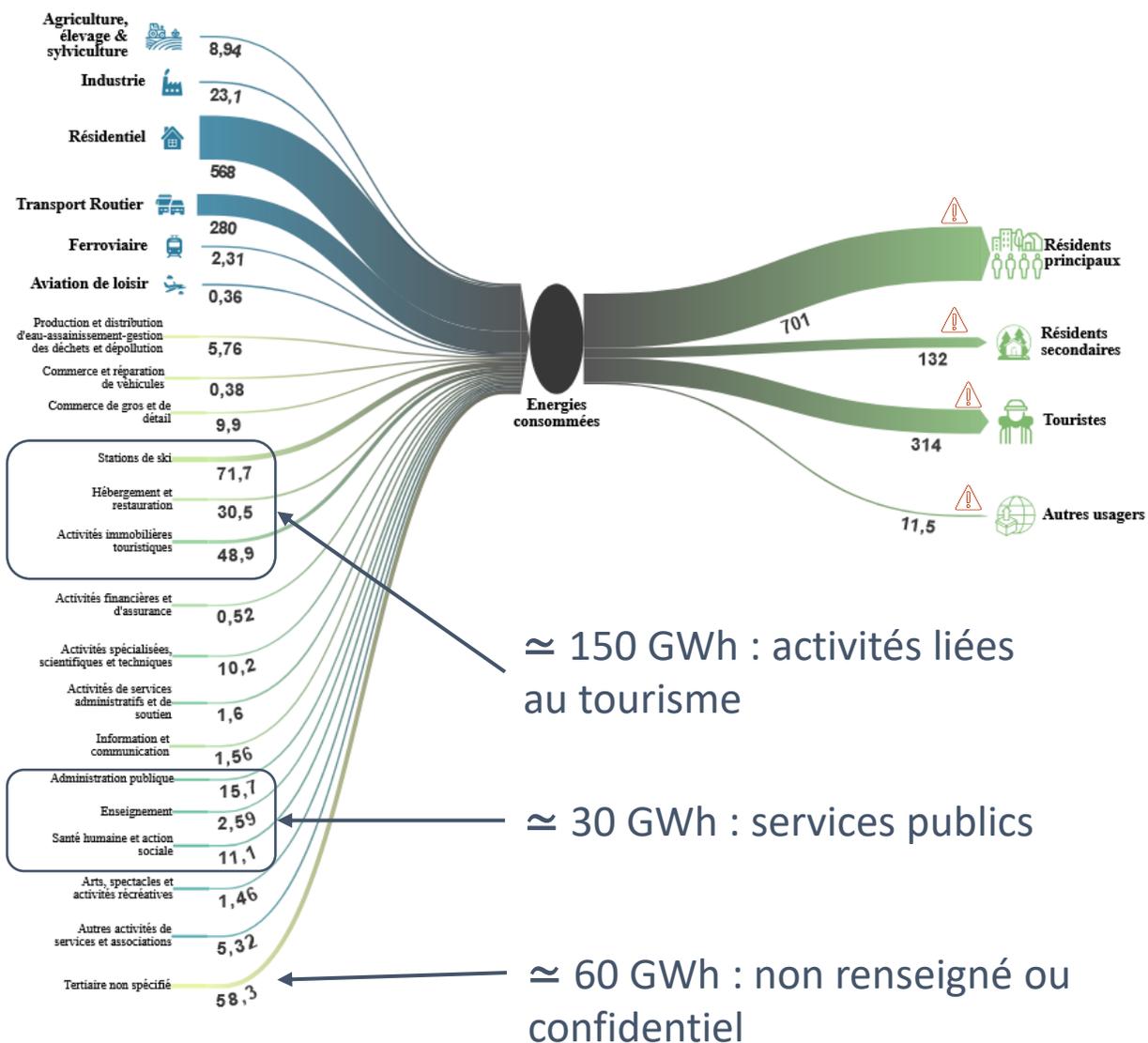
- **Consommation sectorielle :**
 - \approx 50 % pour le résidentiel
 - \approx 25 % pour le tertiaire
 - \approx 25% pour le transport routier
- **Allocation de la consommation de l'énergie territoriale :**
 - \approx 60 % utilisée par les résidents principaux
 - \approx 12 % utilisée par les résidents secondaires
 - \approx 27 % utilisée par les touristes
 - \approx 1 % pour des usagers externes au territoire (production industrielle)

Consommations sectorielles et répartition aux usagers

Incertitudes



Consommations sectorielles et répartition aux usagers



275 GWh

Année : 2022

Unité : GWh

Points importants : consommation sectorielle et répartition aux usagers

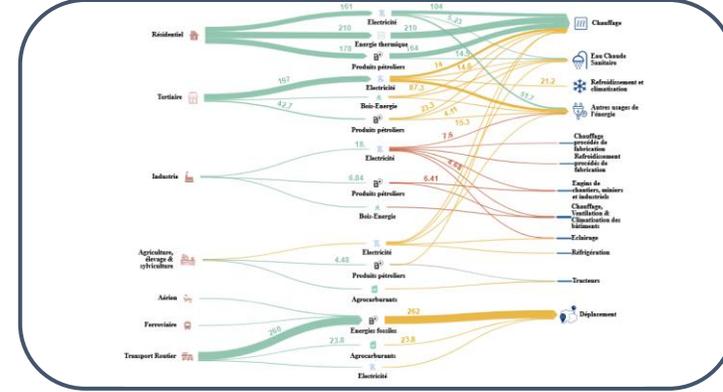
- **Consommation sectorielle :**
 - \approx 50 % pour le résidentiel
 - \approx 25 % pour le tertiaire
 - \approx 25% pour le transport routier
- **Allocation de la consommation de l'énergie territoriale :**
 - \approx 60 % utilisée par les résidents principaux
 - \approx 12 % utilisée par les résidents secondaires
 - \approx 27 % utilisée par les touristes
 - \approx 1 % pour des usagers externes au territoire (production industrielle)
- **Pour le tertiaire :**
 - \approx 55 % pour le tourisme
 - \approx 11 % services publiques
 - \approx 22 % inconnus
 - \approx 12 % diffus dans différents sous-secteurs



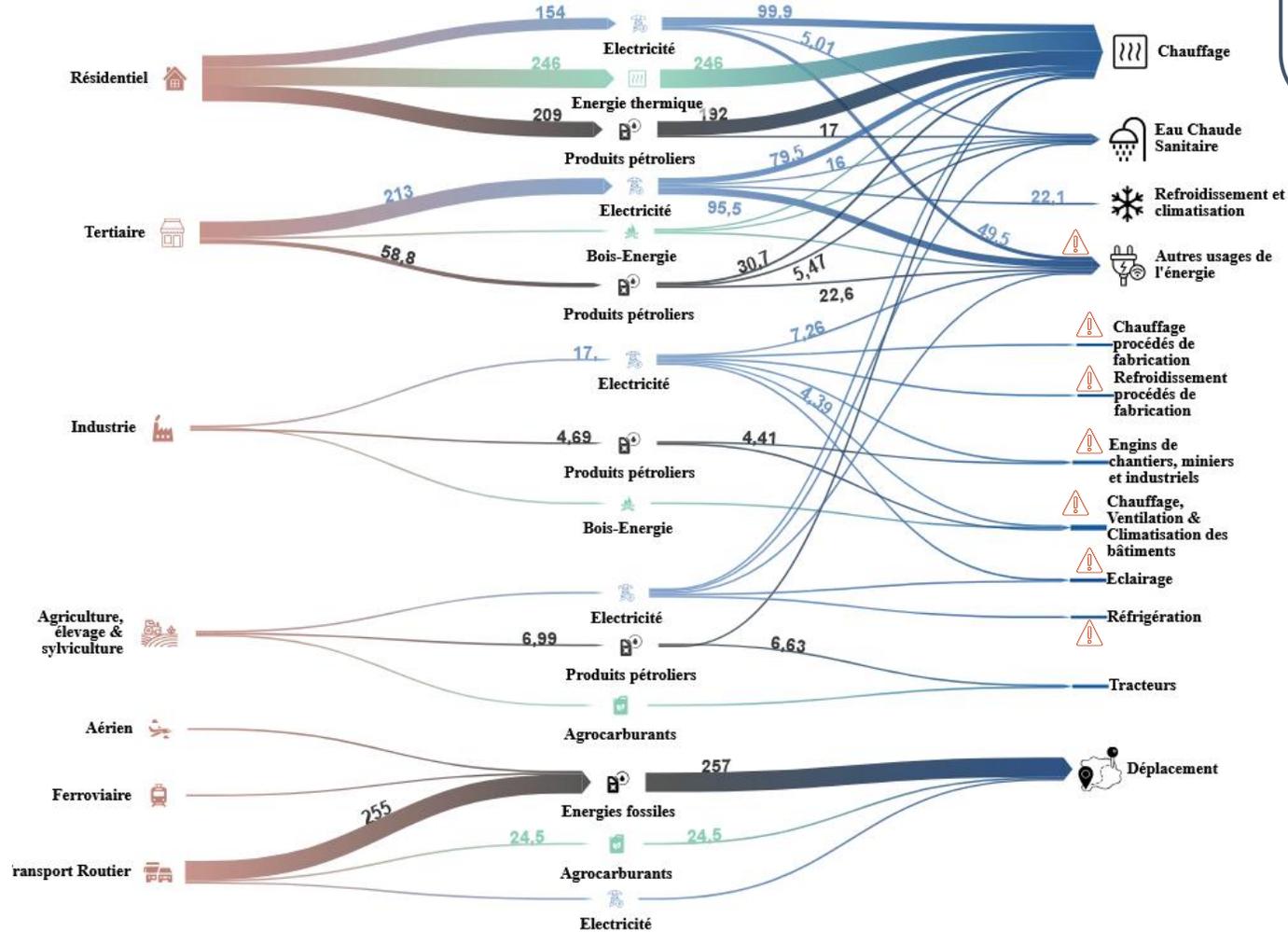
Consommations sectorielles et usages énergétiques

Consommations sectorielles et usages énergétiques

Incertitudes



Consommations sectorielles et répartition aux usagers



Année : 2022

Unité : GWh

Flux < 3 GWh : non affichés

Points importants : consommations sectorielles et usages énergétiques

- **Consommation sectorielle :**
 - \approx 52 % de l'énergie est utilisée pour du chauffage (très grande partie dans le résidentiel)
 - \approx 4 % de l'énergie est utilisée pour l'Eau Chaude Sanitaire
 - \approx 11-12 % de l'énergie est utilisée pour des usages électriques spécifiques
 - \approx 26 % de l'énergie est utilisée pour le transport routier
- **Secteur résidentiel et pour le chauffage :**
 - \approx 19 % chauffage électrique
 - \approx 46 % chauffage thermique (bois-énergie)
 - \approx 35 % chauffage au fioul



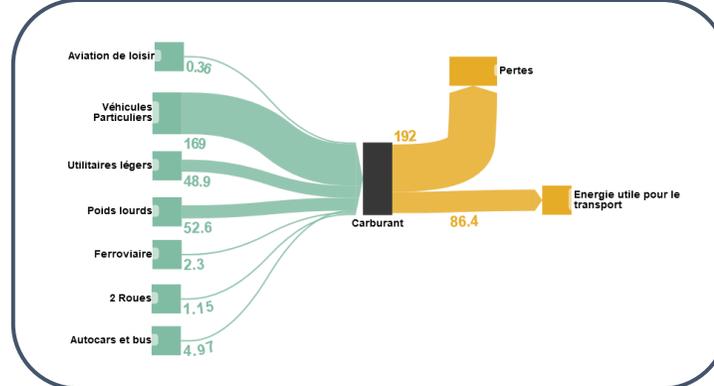
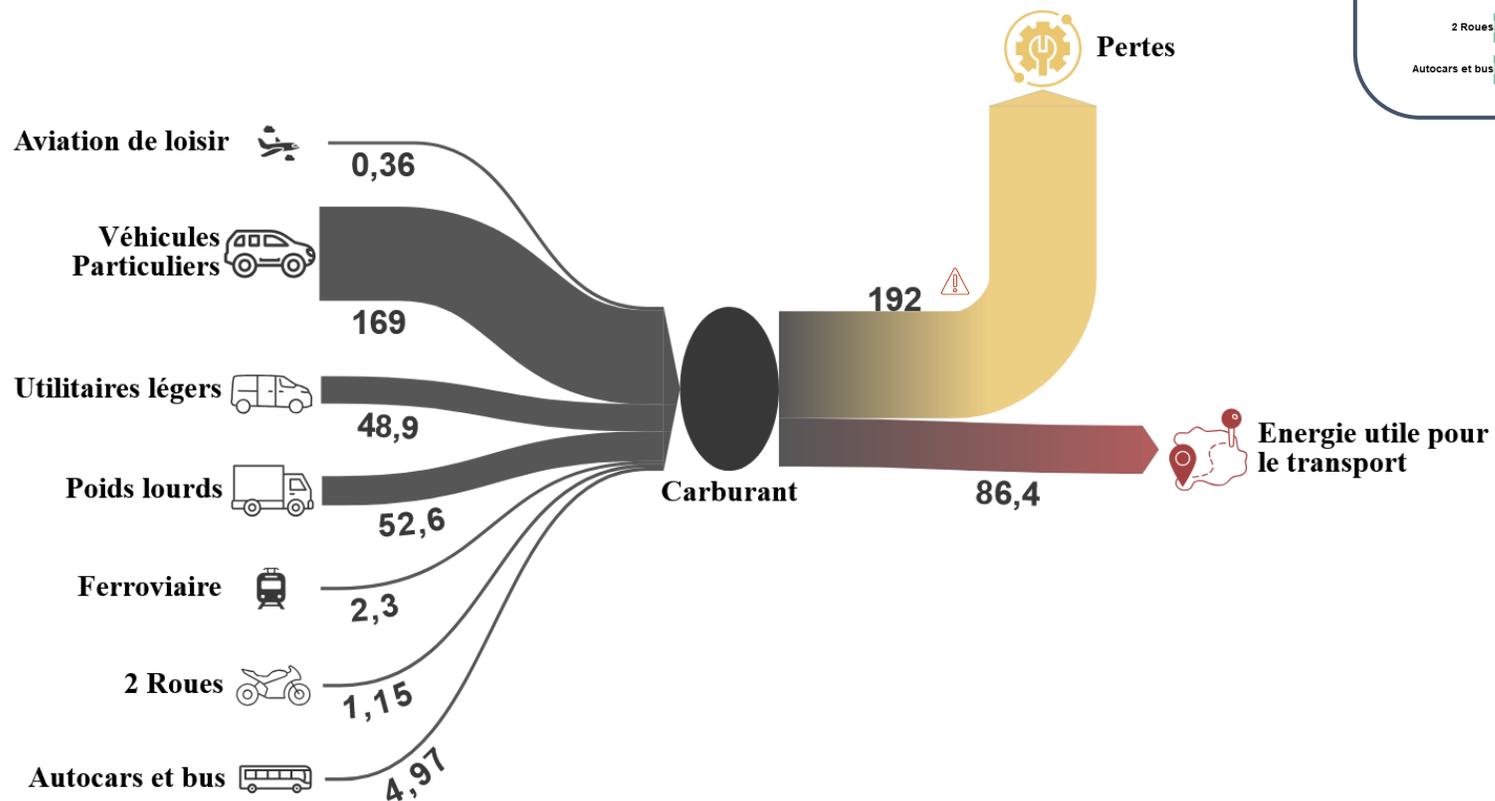
5

Transports et énergie utile

Transports et énergie utile

Incertitudes

Transports et énergie utile



Année : 2022

Unité : GWh

2 chiffres significatifs

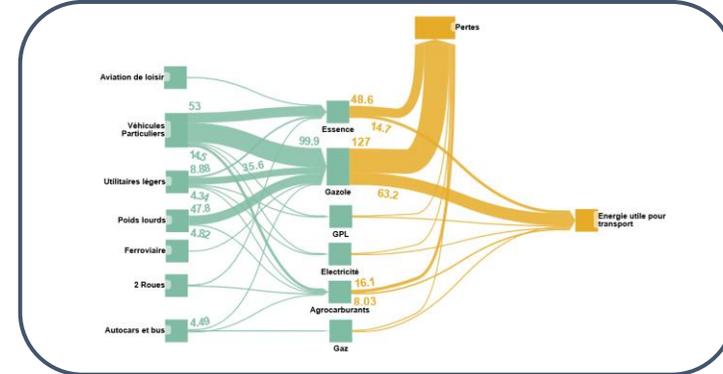


Points importants : transports et énergie utile

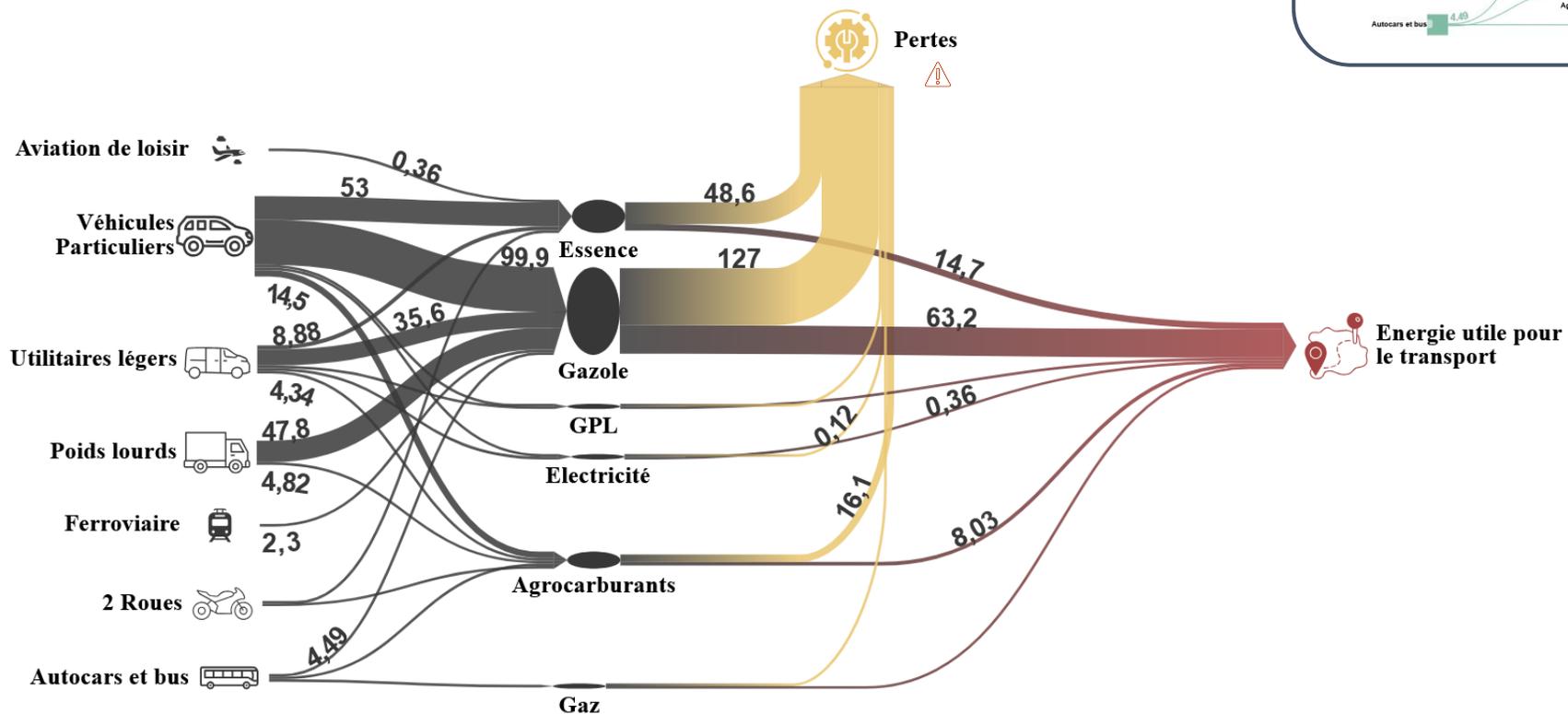
- **Points sur les données :**
 - **Consommations du transport liées aux émissions cadastrales**
 - **Pertes : rendements** (notamment moteur), **en grande partie inévitables**. Pas un potentiel d'optimisation.
 - Véhicule thermique : entre 20 et 35% de rendement
 - Véhicule électrique : au-dessus de 75 % de rendement
 - **Véhicules :**
 - ≈ 60 % de la consommation est due à des véhicules particuliers
 - ≈ 20 % de la consommation est due aux poids lourds qui ne desservent pas obligatoirement le territoire
 - ≈ 18 % de la consommation est due aux utilitaires légers
 - ≈ 2 % de la consommation est due aux autocars et au train
- Ce qu'il manquerait ici :** combien de personnes sont transportées / quel service rend la consommation énergétique associée.

Transports et énergie utile

Incertitudes



Transports et énergie utile



Année : 2022

Unité : GWh

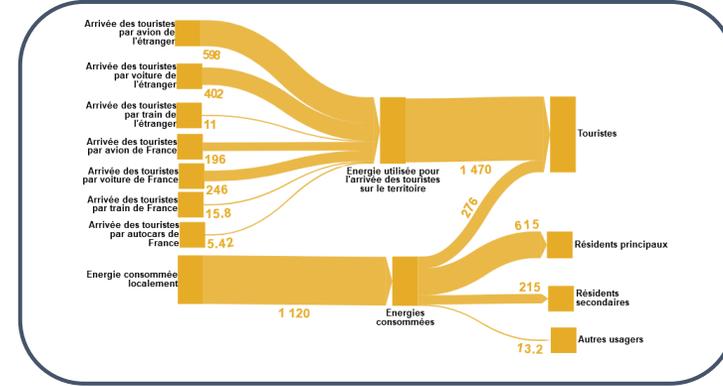
2 chiffres significatifs



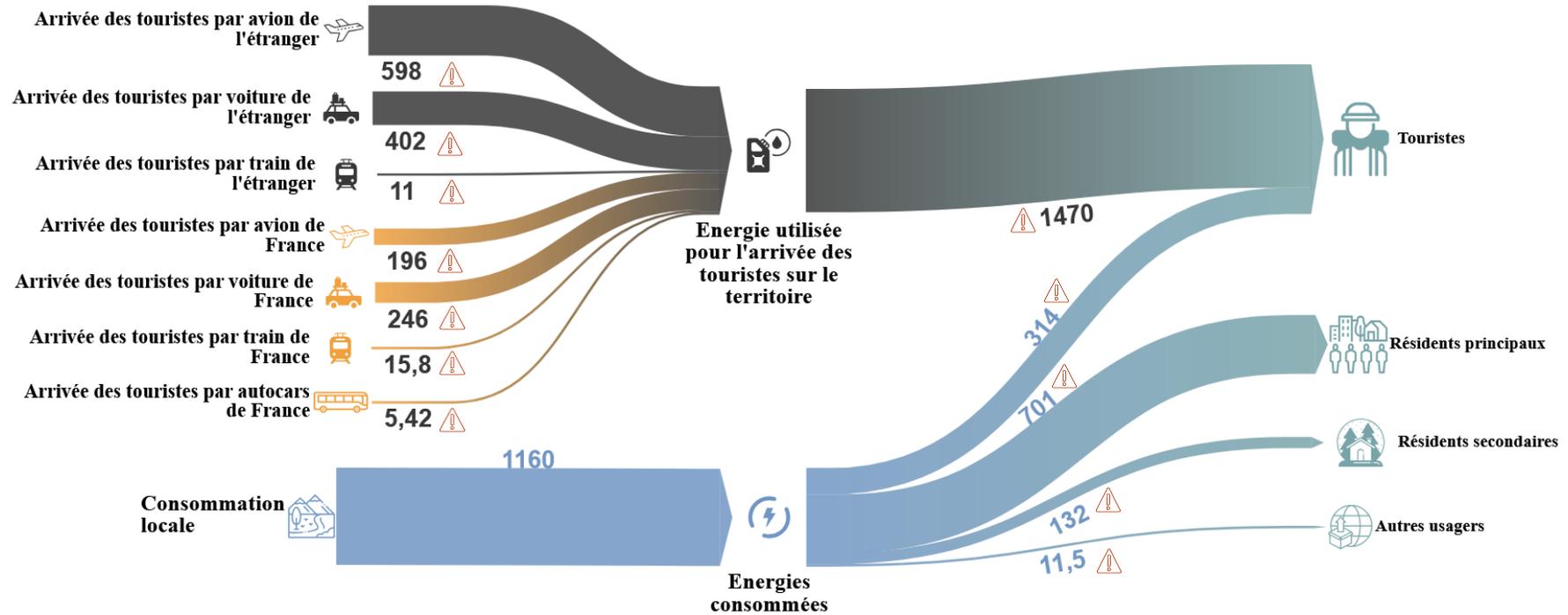
Trajets des touristes vers et au départ du territoire

Trajets des touristes vers et au départ du territoire

Incertitudes



Arrivée des touristes vers et au départ du territoire du PETR



Année : 2022

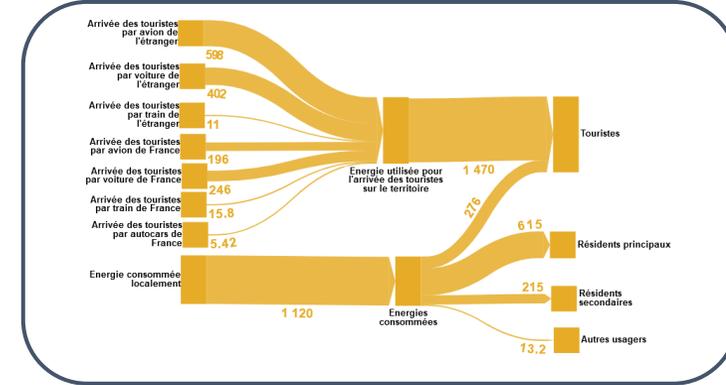
Unité : GWh

2 chiffres significatifs

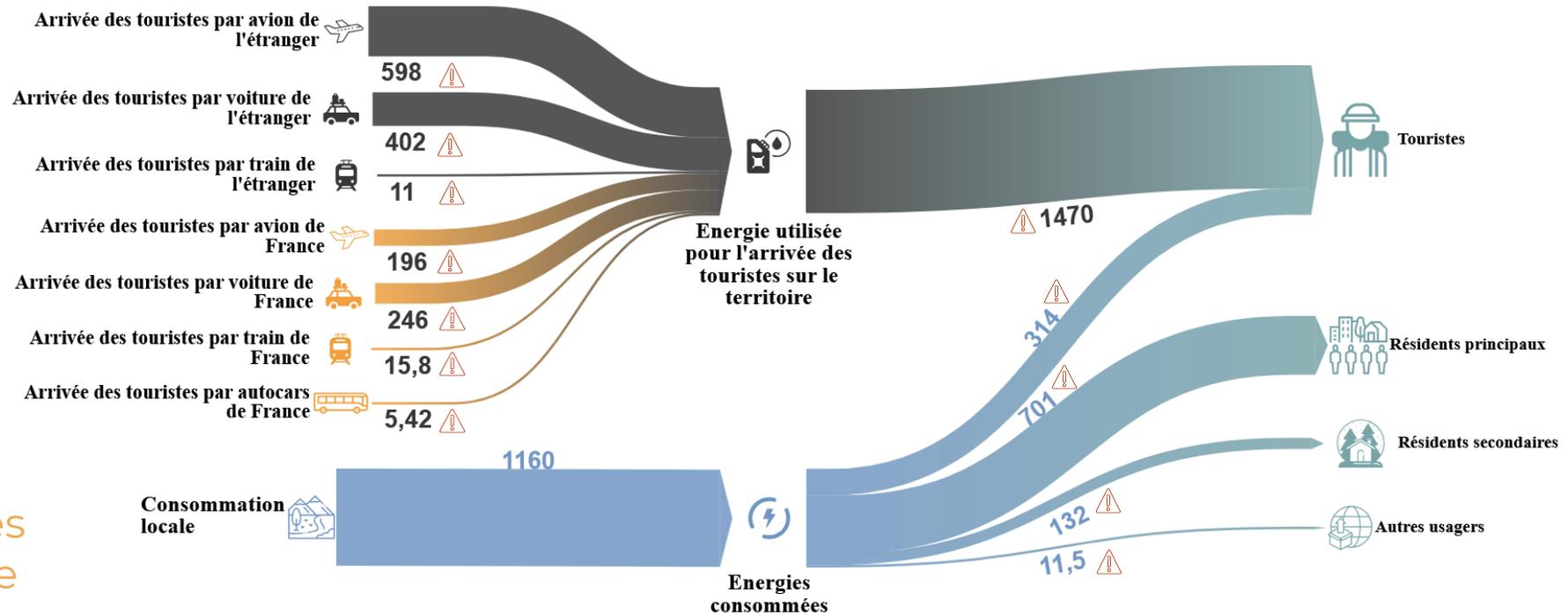
Trajets des touristes vers et au départ du territoire

14 % des touristes viennent de l'étranger, majoritairement de l'UE

Incertitudes



Arrivée des touristes vers et au départ du territoire du PETR



86 % des touristes viennent de France

Année : 2022

Unité : GWh

2 chiffres significatifs

Points importants : trajets des touristes vers et au départ du territoire

- **Les consommations de l'énergie des touristes sur le territoire sont assez faibles (2 à 3 fois moins) par rapport à la consommation d'énergie annuelle des résidents, utilisée principalement pour se chauffer.**
- **Cependant, en prenant l'énergie « importée » par les trajets des touristes causée par l'activité touristique du territoire, c'est tout l'inverse :**
 - Cette énergie « importée » représente une quantité supérieure à toute l'énergie consommée sur le territoire du PETR
 - En zoomant, ce sont les touristes venant de l'étranger qui contribuent de manière disproportionnée par rapport à leur nombre à la consommation énergétique :
 - **≈ 15% des touristes (celles et ceux venant de l'étranger) sont responsables de ≈ 70 % de l'utilisation d'énergie pour se rendre et partir du territoire.**
 - **Les 30% d'énergie restantes sont du fait de touristes venant de France et se déplaçant en avion (pour une minorité), ou plus majoritairement, de toutes celles et ceux qui viennent en voiture.**

Sources

- **Production d'électricité** – Open Data Réseaux Energies (ODRE), données fournies par ENEDIS/EDSB
- **Production énergies thermiques et consommations sectorielles d'énergie** – Base de donnée Cigale – inventaire AtmoSud v11.1 , entretenue par Atmosud dans le cadre de ses missions au sein de l'observatoire Régional de l'Energie, du Climat et de l'air (ORECA)
- **Données RTE sur la production nationale d'électricité**
- **Utilisations des énergies** - Plan Climat Air Energie Territorial – PETR Briançonnais Ecrins Guillestrois Queyras
- **Consommation électrique des secteurs tertiaires** – Etudes statistiques du gouvernement SOeS
- **Données personnes résidentes sur le territoire** – INSEE
- **Données sur le bois énergie** – Expert de chambre d'Agriculture et données IGN
- **Véhicules du territoire, carburants et consommation associées** - Modélisation effectuées par Atmosud dans le cadre de ses missions au sein de l'observatoire Régional de l'Energie, du Climat et de l'air (ORECA)
- **Tourisme et modélisation des répartitions d'utilisation** – Observatoire du tourisme des Hautes-Alpes
- **Tourisme, mobilité et transport** – Etudes statistiques du gouvernement SOeS
- **Energie utile par secteurs et usages énergétiques** – Base de Donnée de Paul Broackway – 2020
- **Production photovoltaïque mensualisée** - Anil Kalyanpur, Marc-Etienne Mercadier, Philippe Blanc. Gisement solaire en France : caractérisation de la ressource énergétique, profil de répartition et volatilité. Environnement et Technique, 2013, 331, pp.54-59. hal-01184854
- **Production hydraulique mensualisée** – Données de production EDSB

Des questions, réactions, commentaires ?

